

JP H08-256293:

(19) Japan Patent Office (JP)  
(12) Publication of Unexamined Patent Application (A)  
(11) Japanese Patent Laid-Open Number: Tokkai 8-256293  
(P1996-256293)  
(43) Laid-Open Date: Heisei 8-10-01 (October 01, 1996)  
(51) Int.Cl.<sup>6</sup> FI Theme Code (Reference)  
H04N 5/335 H04N 5/335 E  
H01L 27/146 H01L 27/14 A  
27/14 K

Request for Examination: Not requested  
Number of Claims: 12 OL (15 pages in total)

(21) Application Number: Tokugan 7-59464 (P1995-59464)  
(22) Filing Date: Heisei 7-3-17 (March 17, 1995)  
(71) Applicant: 000005223  
FUJITSU, LTD.

4-1-1, Kami-Kodanaka, Nakahara-ku, Kawasaki-shi,  
Kanagawa-ken

(72) Inventor: Kenji Kurimoto  
c/o FUJITSU, LTD.

1015, Kami-Kodanaka, Nakahara-ku, Kawasaki-shi,  
Kanagawa-ken

(72) Inventor: Yoichiro Sakachi  
c/o FUJITSU, LTD.

1015, Kami-Kodanaka, Nakahara-ku, Kawasaki-shi,  
Kanagawa-ken

(72) Inventor: Ryo Sawada  
c/o FUJITSU, LTD.

1015, Kami-Kodanaka, Nakahara-ku, Kawasaki-shi,  
Kanagawa-ken

(74) Agent: Patent Lawyer Yasuo Ishikawa

(54) [Title of the Invention] SOLID-STATE IMAGING DEVICE,  
SOLID-STATE IMAGING UNIT, AND IMAGING CAMERA

(57) [Abstract]

[Object] To provide a solid-state imaging device, solid-state imaging unit, and imaging camera having a wide dynamic range for incident light intensity.

[Configuration]

According to a first invention, in an MOS type solid-state imaging device, a plurality of storage gates  $SG_1$  and  $SG_2$  are provided, and detection circuits  $DT_1$  and  $DT_2$  having different sensitivities are provided for the storage gates  $SG_1$  and  $SG_2$ , respectively. The outputs from the storage gates  $SG_1$  and  $SG_2$  are switched to form a selected output signal in one photoreceptor L. By selecting the output of the detection circuit  $DT_2$  having a high sensitivity when the incident light intensity is low, and by selecting the output of the detection circuit  $DT_1$  having a low sensitivity when the incident light intensity is high, a selected output signal corresponding to the incident light intensity can be obtained without saturation over a wide range of incident light intensity. According to a second invention, the outputs of the detection circuits  $DT_1$  and  $DT_2$  having different sensitivities of the first invention are added up to form an added output signal. An added output signal having sensitivity higher than that of the first invention can be obtained when the incident light intensity is low.

[Selected Drawing] Fig. 1

[Scope of Claims]

[Claim 1]

A solid-state imaging device including a plurality of charge storage means connected in series to one light receiving means, and an isolating means electrically isolating the charge storage means from each other, the solid-state imaging device characterized by comprising:

a plurality of detecting means that convert a charge amount stored in the charge storage means to a voltage and output the resultant charge amount as an output signal, the plurality of detecting means being individually connected to the plurality of charge storage means, respectively, and having different detection sensitivities; and

a selecting means that selects from the plurality of output signals on the basis of an external selection signal and outputs the selected signal as a selected output signal.

[Claim 2]

The solid-state imaging device according to claim 1, characterized in that each of the plurality of detecting means comprises a detection capacitor which converts a charge stored in the charge storage means to a voltage corresponding to a charge amount thereof, the detection capacitor having a capacitance corresponding to the own detection sensitivity.

[Claim 3]

A solid-state imaging unit, characterized by comprising:  
a solid-state imaging device including:

a plurality of charge storage means connected in series to one light receiving means;

an isolating means electrically isolating the charge storage means from each other;

a plurality of detecting means that convert a charge amount stored in the charge storage means to a voltage and output the resultant charge amount as an output signal, the plurality of detecting means being individually connected to the plurality of charge storage means, respectively, and having different detection sensitivities; and

a selecting means that selects from the plurality of output signals on the basis of an external selection signal and outputs the selected signal as a selected output signal;

a driving means for driving the solid-state imaging device;  
and

a signal processing means that performs signal-processing on an image signal based on the selected output signal.

[Claim 4]

The solid-state imaging unit according to claim 3, characterized in that each of the plurality of detecting means comprises a detection capacitor which converts a charge stored in the charge storage means to a voltage corresponding to a charge amount thereof, the detection capacitor having a capacitance corresponding to the own detection sensitivity.

[Claim 5]

An imaging camera, characterized by comprising:

a solid-state imaging unit including:

a solid-state imaging device having:

a plurality of charge storage means connected in series to one light receiving means;

an isolating means electrically isolating the charge storage means from each other;

a plurality of detecting means that convert a charge amount stored in the charge storage means to a voltage and output the resultant charge amount as an output signal, the plurality of detecting means being individually connected to the plurality of charge storage means, respectively, and having different detection sensitivities; and

a selecting means that selects from the plurality of output signals on the basis of an external selection signal and outputs the selected signal as a selected output signal,

the solid-state imaging unit including

a driving means for driving the solid-state imaging device; and

a signal processing means that performs signal-processing on an image signal based on the selected output signal; and

an image formation means for forming an image of an imaging target object onto a light receiving surface of the light

receiving means.

[Claim 6]

The imaging camera according to claim 5, characterized in that each of the plurality of detecting means comprises a detection capacitor which converts a charge stored in the charge storage means to a voltage corresponding to a charge amount thereof, the detection capacitor having a capacitance corresponding to the own detection sensitivity.

[Claim 7]

A solid-state imaging device including a plurality of charge storage means connected in series to one light receiving means, and an isolating means electrically isolating the charge storage means from each other, the solid-state imaging device characterized by comprising:

a plurality of detecting means that convert a charge amount stored in the charge storage means to a voltage and output the resultant charge amount as an output signal, the plurality of detecting means being individually connected to the plurality of charge storage means, respectively, and having different detection sensitivities; and

an adding means that adds the plurality of output signals to output as an added output signal.

[Claim 8]

The solid-state imaging device according to claim 7, characterized in that each of the plurality of detecting means comprises a detection capacitor, which converts a charge stored in the charge storage means to a voltage corresponding to a charge amount thereof, the detection capacitor having a capacitance corresponding to the own detection sensitivity.

[Claim 9]

A solid-state imaging unit, characterized by comprising:  
a solid-state imaging device including:

a plurality of charge storage means connected in series to one light receiving means;

an isolating means electrically isolating the charge storage means from each other;

a plurality of detecting means that convert a charge amount stored in the charge storage means to a voltage and output the resultant charge amount as an output signal, the plurality of detecting means being individually connected to the plurality of charge storage means, respectively, and having different detection sensitivities; and

an adding means that adds the plurality of output signals to output as an added output signal;

a driving means for driving the solid-state imaging device; and

a signal processing means that performs signal-processing on an image signal based on the added output signal.

[Claim 10]

The solid-state imaging unit according to claim 9, characterized in that each of the plurality of detecting means comprises a detection capacitor which converts a charge stored in the charge storage means to a voltage corresponding to a charge amount thereof, the detection capacitor having a capacitance corresponding to the own detection sensitivity.

[Claim 11]

An imaging camera, characterized by comprising:

a solid-state imaging unit including:

a solid-state imaging device having:

a plurality of charge storage means connected in series to one light receiving means;

an isolating means electrically isolating the charge storage means from each other;

a plurality of detecting means that convert a charge amount stored in the charge storage means to a voltage and output the resultant charge amount as an output signal, the plurality of detecting means being individually connected to the plurality of charge storage means, respectively, and having different

detection sensitivities; and

an adding means that adds up the plurality of output signals, and outputs the added signals as an added output signal; the solid-state imaging unit including

a driving means for driving the solid-state imaging device; and

a signal processing means that performs signal-processing on an image signal based on the added output signal; and

an image formation means for forming an image of an imaging target object onto a light receiving surface of the light receiving means.

[Claim 12]

The imaging camera according to claim 11, characterized in that each of the plurality of detecting means comprises a detection capacitor, which converts a charge stored in the charge storage means to a voltage corresponding to a charge amount thereof, the detection capacitor having a capacitance corresponding to the own detection sensitivity.

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Technical Field]

The present invention relates to a solid-state imaging device, a solid-state imaging unit, and an imaging camera. In particular, the present invention relates to a solid-state imaging device, solid-state imaging unit, and imaging camera that detect an infrared ray by covering a wide range of infrared ray intensity to image the generation source of the infrared ray.

[0002]

Among solid-state imaging devices each including , on a semiconductor substrate, a photoreceptor section in which a plurality of photoelectric conversion devices are arranged, and a circuit section for processing a photoelectric-converted voltage signal, an infrared solid-state imaging device has been

highly developed in recent years and now can detect even an infrared ray having a minute intensity. When used in discrimination and tracking of an imaging target object or when mounted on an airplane, a ship, or the like and used for forward looking, this infrared solid-state imaging device needs to be able to respond to a wide range of incident light intensity and also able to detect a minute change in infrared ray intensity.

[0003]

Here, an infrared imaging device typically detects an infrared ray which an imaging target object generates corresponding to its own temperature. The intensity of the infrared ray varies over a wide range corresponding to low and high temperatures of the whole imaging target object. In many cases, the partial temperature change within the imaging target object is small, and the intensity change of an infrared ray corresponding to this temperature change is also minute.

[0004]

[Background Art]

First, the whole configuration of a conventional solid-state imaging device is described using Fig. 9. As shown in Fig. 9, a conventional infrared solid-state imaging device 100 comprises a plurality of photoelectric conversion sections P' arranged in a grid pattern as well as a horizontal scanning circuit 101 and a vertical scanning circuit 102 that sequentially read the outputs of the plurality of photoelectric conversion sections P'.

[0005]

In this infrared solid-state imaging device 100, a voltage value corresponding to the intensity of a received infrared ray is obtained by the plurality of photoelectric conversion sections P', and then inputted to the horizontal scanning circuit 101 and the vertical scanning circuit 102 as an output signal. Then, the output signals from the photoelectric conversion sections P' are horizontally and vertically scanned by the horizontal



scanning circuit 101 and the vertical scanning circuit 102. Thereafter, by combining these scanned signals, an image signal  $S_v$  corresponding to the intensity of the infrared ray which has been received by each photoelectric conversion section P' is outputted.

[0006]

Next, an example of a specific configuration of the above-described photoelectric conversion section P' is described using Fig. 10. Note that, Fig. 10 shows a 4-pixel MOS (Metal Oxide Semiconductor) type solid-state imaging device including four photoelectric conversion sections P', and also shows a case where a scanning circuit in only one direction is provided for simplicity of description.

[0007]

In Fig. 10, one photoelectric conversion section P' in a 4-pixel MOS type solid-state imaging device 110 of a first prior art includes: a photoreceptor 111 composed of a compound semiconductor, such as HgCdTe, which receives an incident infrared ray and outputs a signal charge having a charge amount corresponding to the intensity of the infrared ray; an input gate IG' which is turned on while the signal charge is stored in a below-described storage gate SG' and is turned off when the stored charge is outputted; the storage gate SG' that stores the signal charge inputted from the photoreceptor 111 via the input gate IG', for a predetermined period of time; a transfer gate TG' which is turned on while the signal charge is stored into the storage gate SG' and is turned off when the stored signal charge is outputted; a detection capacitor 112 that converts the stored signal charge to a detection voltage corresponding to the charge amount thereof, the detection capacitor 112 being connected to a gate electrode of a below-described detection amplifier 113; the detection amplifier 113 that is driven by a power supply  $V_{DD}$  based on the detection voltage and outputs a detection signal corresponding to the detection voltage; a reset gate RG' for

discharging the signal charge stored in the detection capacitor 112; a selection switch 114 that reads the detection signal as an output signal  $S_0'$  under the control of a below-described scanning circuit 115; and the scanning circuit 115 for reading the detection signal for each one photoelectric conversion section  $P'$  by switching each selection switch 114. Here, usually, the storage capacitance of the storage gate  $SG'$  and the capacitance of the detection capacitor 112 are set to be equal, or are set so that the capacitance of the detection capacitor 112 may be slightly larger. This is for preventing the detection capacitor 112 from saturating due to the signal charge stored in the storage gate  $SG'$ .

[0008]

In the above-described configuration, the signal charge having a charge amount corresponding to the intensity of an infrared ray incident upon the photoreceptor 111 is stored in the storage gate  $SG'$  via the input gate  $IG'$  for a predetermined period of time. At this time, the transfer gate  $TG'$  is kept off. Then, after a predetermined period of time, the input gate  $IG'$  is turned off and the transfer gate  $TG'$  is turned on, whereby the stored signal charge is transferred to the detection capacitor 112. Then, the stored signal is converted to a detection voltage corresponding to the signal charge, and then is outputted as a detection signal by the operation performed according to the detection voltage by the detection amplifier 113. Thereafter, the detection signals of four photoelectric conversion sections  $P'$  (for four pixels) shown in Fig. 10 are read as an output signal  $S_0'$  for each one photoelectric conversion section  $P'$  by switching the selection switch 114 by the scanning circuit 115. Moreover, a signal charge is newly stored in the storage gate  $SG'$  while the detection signal are being read. Furthermore, upon completion of reading, the charge in the detection capacitor 112 is discharged by turning on the reset gate  $RG'$ . Note that a time shorter than one scanning time in

the scanning circuit 115, for example, is sufficient for the duration of the charge storing period.

[0009]

According to the 4-pixel MOS type solid-state imaging device 110 of the above-described prior art, since the signal charge is read after being stored in the storage gate SG' for a predetermined period of time, the signal charge from the photoreceptor 111 is averaged and then is converted to a detection voltage. Accordingly, the output signal  $S_0'$  having an excellent S/N ratio can be obtained.

[0010]

Next, the photoelectric conversion section P' of a second prior art is described using Fig. 11. Note that Fig. 11 shows only a portion corresponding to one photoelectric conversion section P' for simplicity of description, and that the same reference numerals are given to the same members as those in the photoelectric conversion section P' of the first prior art to omit the detailed description.

[0011]

The difference between the photoelectric conversion section P' of the second prior art shown in Fig. 11 and the photoelectric conversion section P' of the first prior art shown in Fig. 10 is that, in the second prior art, the storage gate SG' in the first prior art is divided into two by a partition gate PG' to form a first storage gate SG<sub>1</sub>' and a second storage gate SG<sub>2</sub>', and furthermore, that the first storage gate SG<sub>1</sub>' is provided with an overflow gate OFG and an overflow drain V<sub>OPD</sub> for discharging the signal charge stored in the first storage gate SG<sub>1</sub>'. Moreover, usually, the storage capacitance of the second storage gate SG<sub>2</sub>' and the capacitance of the detection capacitor 112 are set to be equal or are set so that the capacitance of the detection capacitor 112 may be slightly larger. The reasons for this is the same as that of the first prior art.

[0012]

[0012]

In the second prior art shown in Fig. 11, during the signal charge storing period, the partition gate PG' is kept on and the overflow gate OFG is kept off to store the signal charge from the photoreceptor 111 with the first storage gate SG<sub>1</sub>' and second storage gate SG<sub>2</sub>' being as one storage gate. Then, after a predetermined period has elapsed, the partition gate PG' is turned off, and the charge stored in the second storage gate SG<sub>2</sub>' is converted to a corresponding voltage in the detection capacitor 112, and based on this, the corresponding voltage is converted to a corresponding detection voltage by the detection amplifier 113. In parallel to this, the charge in the first storage gate SG<sub>1</sub>' is discharged through the overflow drain V<sub>OFD</sub> by turning on the overflow gate OFG.

[0013]

Here, in the second prior art, when the intensity of an incident infrared ray is weak and there is a small amount of signal charge generated in the photoreceptor 111, the partition gate PG' is kept on even after the storing of the signal charge is completed, and the same operation as that of the first prior art is performed. Moreover, when there is a large amount of signal charge generated because the intensity of an incident infrared ray is high and the sensitivity of the photoreceptor 111 is high, the partitioning of the stored charge as in the second prior art is performed.

[0014]

According to the photoelectric conversion section P' of the second prior art shown in Fig. 11, since the signal charge amount stored in the storage gate is large as compared with the first prior art, the amount for averaging the signal charge is larger than that of the first prior art. Accordingly, the output signal S<sub>0</sub>' having an improved S/N ratio as compared with the first prior art can be obtained.

[0015]

Note that in the above-described first and second prior arts, the detection sensitivity of the photoelectric conversion section P' is determined based on the value of the detection capacitor 112. That is, if the capacitance of the detection capacitor 112 is small, the detection sensitivity increases, and if the capacitance of the detection capacitor 112 is large, the detection sensitivity decreases.

[0016]

Here, let the stored capacitance of the storage gate SG' in the first prior art or the stored capacitance of the second storage gate SG<sub>2</sub>' in the second prior art be Q and the capacitance of the detection capacitor 112 in the respective prior arts be C<sub>d</sub>, then the maximum voltage V<sub>MAX</sub> of the output signal S<sub>0</sub>' is given by

$$V_{MAX} = Q / C_d$$

Considering a case where this output signal S<sub>0</sub>' is digitized, for example, with a 10-bit A/D converter and is signal processed. The minimum decomposable voltage V<sub>PMIN</sub> becomes

$$V_{PMIN} = V_{MAX} / 2^{10} = V_{MAX} / 1024$$

and the dynamic range increases by approximately 1000 times.  
[Disclosure of the Invention]

[0017]

[Problems to be solved by the Invention]

However, in the above-described first or second prior art, in order to detect a signal charge corresponding to a voltage smaller than the minimum resolving voltage V<sub>PMIN</sub> (in order to detect a signal charge equal to or smaller than the charged amount Q/1024), the capacitance C<sub>d</sub> of the detection capacitor 112 needs to be reduced to improve the detection sensitivity. However, even in this case, the maximum amount of stored signal charge will be limited equal to or less than Q.

[0018]

In other words, in the above-described prior arts, the storage capacitance Q and the capacitance C<sub>d</sub> can not be changed, and this

causes a problem that a smaller signal charge can not be detected, i.e., the dynamic range for the incident light intensity can not be expanded.

[0019]

If the capacitance  $C_d$  and the storage capacitance  $Q$  are reduced in order to solve this problem, then a new problem occurs. When an infrared ray having a high intensity enters, a signal charge exceeding the storage charge  $Q$  is generated to saturate the photoelectric conversion section  $P'$ .

[0020]

Furthermore, there are other problems that in order to change the capacitance  $C_d$ , the design itself needs to be changed, and that the capacitance  $C_d$  can not be changed during imaging scanning. Then, the present invention has been made in view of the above-described problems. It is thus an object of the present invention to provide a solid-state imaging device, solid-state imaging unit, and imaging camera which, when the intensity of an incident infrared ray is low, can detect a minute change of the incident infrared ray with sufficient sensitivity, and which, even when the intensity of an incident infrared ray is high, can provide an output signal corresponding to the intensity of the incident infrared ray without saturation, namely, which have a wide dynamic range for the intensity of an incident infrared ray.

[0021]

[Means for Solving the Problems]

In order to solve the above-described problems, according to the invention in claim 1, a solid-state imaging device, such as an MOS type imaging device, includes: a plurality of charge storage means, such as SG (Storage Gate) transistors, connected in series to one light receiving means such as a semiconductor photoreceptor; and an isolating means, such as a PG (Partition Gate) transistor, which electrically isolates the charge storage means from each other. The solid-state imaging device further includes: a plurality of detecting means, such as detection

amplifiers, which convert a charge amount stored in the charge storage means to a voltage and output the resultant charge amount as an output signal, the plurality of detecting means being individually connected to the plurality of charge storage means, respectively, and having different detection sensitivities; and a selecting means, such as an output-selection switching transistor, which selects from the plurality of output signals on the basis of an external selection signal and outputs the selected signal as a selected output signal.

[0022]

According to the invention in claim 2, in the solid-state imaging device in claim 1, each of the plurality of detecting means has a detection capacitor, which converts a charge stored in the charge storage means to a voltage corresponding to the charge amount thereof, the detection capacitor having a capacitance corresponding to the own detection sensitivity.

[0023]

The invention in claim 3 includes: a solid-state imaging device, such as an MOS type imaging device; a driving means, such as a clock generation circuit; and a signal processing means, such as an image processing device. The solid-state imaging device includes: a plurality of charge storage means, such as SG transistors, connected in series to one light receiving means such as a semiconductor photoreceptor; an isolating means, such as a PG transistor, which electrically isolates the charge storage means from each other; a plurality of detecting means, such as detection amplifiers, which convert a charge amount stored in the charge storage means to a voltage and output the resultant charge amount as an output signal, the plurality of detecting means being individually connected to the plurality of charge storage means, respectively, and having different detection sensitivities; and a selecting means, such as an output-selection switching transistor, which selects from the plurality of output signals on the basis of an external selection

signal and outputs the selected signal as a selected output signal. The driving means drives the solid-state imaging device, and a signal processing means performs signal-processing on an image signal on the basis of the selected output signal.

[0024]

According to the invention in claim 4, in the solid-state imaging unit in claim 3, each of the plurality of detecting means includes a detection capacitor, which converts a charge stored in the charge storage means to a voltage corresponding to the charge amount thereof, the detection capacitor having a capacitance corresponding to the own detection sensitivity.

[0025]

The invention in claim 5 includes a solid-state imaging unit and an image formation means, such as an imaging lens. The solid-state imaging unit includes: a solid-state imaging device, such as an MOS type imaging device; a driving means, such as a clock generation circuit; and a signal processing means, such as an image processing device. The solid-state imaging device includes: a plurality of charge storage means, such as SG transistors, connected in series to one light receiving means such as a semiconductor photoreceptor; an isolating means, such as a PG transistor, which electrically isolates each charge storage means; a plurality of detecting means, such as detection amplifiers, which convert a charge amount stored in the charge storage means to a voltage and output the resultant charge amount as an output signal, the plurality of detecting means being individually connected to the plurality of charge storage means, respectively, and having different detection sensitivities; and a selecting means, such as an output-selection switching transistor, which selects from the plurality of output signals on the basis of an external selection signal and outputs the selected signal as a selected output signal. The driving means drives the solid-state imaging device, and a signal processing means performs signal-processing on an image signal based on the



selected output signal. The image formation means forms an image of an imaging target object onto a light receiving surface of the light receiving means.

[0026]

According to the invention in claim 6, in the imaging camera in claim 5, each of the plurality of detecting means includes a detection capacitor, which converts a charge stored in the charge storage means to a voltage corresponding to the charge amount thereof, the detection capacitor having a capacitance corresponding to the own detection sensitivity.

[0027]

According to the invention in claim 7, a solid-state imaging device, such as an MOS type imaging device, includes: a plurality of charge storage means, such as SG transistors, connected in series to one light receiving means such as a semiconductor photoreceptor; an isolating means, such as a PG transistor, which electrically isolates the charge storage means from each other. The solid-state imaging device further includes: a plurality of detecting means, such as detection amplifiers, which convert a charge amount stored in the charge storage means to a voltage and output the resultant charge amount as an output signal, the plurality of detecting means being individually connected to the plurality of charge storage means, respectively, and having different detection sensitivities; and an adding means, such as an adding means circuit, which adds the plurality of output signals to output as an added output signal.

[0028]

According to the invention in claim 8, in the solid-state imaging device in claim 7, each of the plurality of detecting means includes a detection capacitor, which converts a charge stored in the charge storage means to a voltage corresponding to the charge amount thereof, the detection capacitor having a capacitance corresponding to the own detection sensitivity.

[0029]

The invention in claim 9 includes: a solid-state imaging device, such as an MOS type imaging device; a driving means such, as a clock generation circuit, and a signal processing means, such as an image processing device. The solid-state imaging device includes: a plurality of charge storage means, such as SG transistors, connected in series to one light receiving means such as a semiconductor photoreceptor; an isolating means, such as a PG transistor, which electrically isolates the charge storage means from each other; a plurality of detecting means, such as detection amplifiers, which convert a charge amount stored in the charge storage means to a voltage and output the resultant charge amount as an output signal, the plurality of detecting means being individually connected to the plurality of charge storage means, respectively, and having different detection sensitivities; and an adding means, such as an adding means circuit, which adds the output signals of the plurality of detecting means to output as an added output signal. The driving means drives the solid-state imaging device, and the signal processing means performs signal-processing on an image signal based on the added output signal.

[0030]

According to the invention in claim 10, in the solid-state imaging unit in claim 9, each of the plurality of detecting means includes a detection capacitor, which converts a charge stored in the charge storage means to a voltage corresponding to the charge amount thereof, the detection capacitor having a capacitance corresponding to the own detection sensitivity.

[0031]

The invention in claim 11 includes a solid-state imaging unit and an image formation means, such as an imaging lens. The solid-state imaging unit includes: a solid-state imaging device, such as an MOS type imaging device; a driving means, such as a clock generation circuit; and a signal processing means, such as an image processing device. The solid-state imaging device

includes: a plurality of charge storage means, such as SG transistors, connected in series to one light receiving means such as a semiconductor photoreceptor; an isolating means, such as a PG transistor, which electrically isolates the charge storage means from each other; a plurality of detecting means, such as detection amplifiers, which convert a charge amount stored in the charge storage means to a voltage and output the resultant charge amount as an output signal, the plurality of detecting means being individually connected to the plurality of charge storage means, respectively, and having different detection sensitivities; and an adding means, such as an adding means circuit, which adds the plurality of output signals to output as an added output signal. The driving means drives the solid-state imaging device, and the signal processing means signal-processes an image signal based on the added output signal. The image formation means forms an image of an imaging target object onto a light receiving surface of the light receiving means.

[0032]

According to the invention in claim 12, in the imaging camera according to claim 11, each of the plurality of detecting means includes a detection capacitor,, which converts a charge stored in the charge storage means to a voltage corresponding to the charge amount thereof, the detection capacitor having a capacitance corresponding to the own detection sensitivity.

[0033]

[Effect of the Invention]

According to the invention in claim 1, during the charge storing period, the charge storage means are electrically connected to each other, and a signal charge outputted by the photoreceptor is stored in the respective charge storage means.

[0034]

Then, during the charge detection period, the charge storage means are electrically isolated from each other by the isolating

means, and the plurality of detecting means individually convert a signal charge amount stored in each charge storage means to a detection voltage and output the resultant charge amount as an output signal to the selecting means.

[0035]

Then, the selecting means selects from a plurality of output signals on the basis of an external selection signal and outputs the selected signal as a selected output signal. Accordingly, each detecting means differs in sensitivity, so that when the incident light intensity is high, the output signal of a detecting means having a low detection sensitivity is selected, and thereby a selected output signal corresponding to the incident light intensity over a wide range of incident light intensity can be obtained. When the incident light intensity is low, the output signal of a detecting means having a high detection sensitivity is selected, and thereby a selected output signal corresponding to the incident light intensity with high sensitivity can be obtained.

[0036]

According to the invention in claim 2, in addition to the effect of the invention in claim 1, each of the plurality of detecting means has a detection capacitor having a capacitance corresponding to the own detection sensitivity, and converts a charge stored in the charge storage means to a detection voltage corresponding to the charge amount thereof.

[0037]

Accordingly, a solid-state imaging device can be achieved with a simple configuration, while the solid-state imaging device can be integrated and miniaturized. According to the invention in claim 3, during the charge storing period, the charge storage means included in the solid-state imaging device are electrically connected to each other, and a signal charge outputted by the photoreceptor is stored in the respective charge storage means.

[0038]

Next, during the charge detection period, the charge storage means are electrically isolated from each other by the isolating means included in the solid-state imaging device, and the plurality of detecting means included in the solid-state imaging device individually convert the signal charge amount stored in each charge storage means to a detection voltage and output the resultant charge amount to the selecting means as an output signal.

[0039]

The selecting means included in the solid-state image device selects the plurality of output signals on the basis of an external selection signal and outputs the selected signal as a selected output signal. On the other hand, the driving means drives this solid-state imaging device.

[0040]

Moreover, the signal processing means performs signal-processing on an image signal which is based on the selected output signal. Accordingly, since each detecting means differs in sensitivity, by selecting the output signal of a detecting means having a low detection sensitivity when the incident light intensity is high, an image signal based on a selected output signal corresponding to the incident light intensity over a wide range of incident light intensity can be obtained. Also, when the incident light intensity is low, by selecting the output signal of a detecting means having a high detection sensitivity, an image signal based on a selected output signal corresponding to the incident light intensity with high sensitivity can be obtained.

[0041]

According to the invention in claim 4, in addition to the effect of the invention in claim 3, each of the plurality of detecting means includes a detection capacitor having a capacitance corresponding to the own detection sensitivity, and converts a charge stored in the charge storage means to a voltage

corresponding to the charge amount thereof.

[0042]

Accordingly, a solid-state imaging unit including the solid-state imaging device can be achieved with a simple configuration, while the whole solid-state imaging unit can be miniaturized by integrating and miniaturizing the solid-state imaging device.

[0043]

According to the invention in claim 5, during the charge storing period, the charge storage means in the solid-state imaging device included in the solid-state imaging unit constituting an imaging camera are electrically connected to each other, and a signal charge outputted by the photoreceptor is stored in the respective charge storage means.

[0044]

Next, during the charge detection period, the charge storage means are electrically isolated from each other by an isolating means included in the solid-state imaging device, and a plurality of detecting means included in the solid-state imaging device individually convert the signal charge amount stored in each charge storage means to a detection voltage, and output the resultant charge amount to a selecting means as an output signal.

[0045]

Moreover, the selecting means included in the solid-state imaging device selects the plurality of output signals on the basis of an external selection signal and outputs the selected signal as a selected output signal. On the other hand, the driving means constituting the solid-state imaging unit drives this solid-state imaging device.

[0046]

Furthermore, the signal processing means constituting the solid-state imaging unit performs signal-processing on an image signal based on the selected output signal. Moreover, the image formation means forms an image of an imaging target object onto

the receiving surface of the light receiving means.

[0047]

Accordingly, since each detecting means differs in sensitivity, by selecting the output signal of a detecting means having a low detection sensitivity when the intensity of an incident light from an imaging target object is high, an image signal based on a selected output signal corresponding to the incident light intensity over a wide range of incident light intensity can be obtained. Also, when the incident light intensity is low, by selecting the output signal of a detecting means having a high detection sensitivity, an image signal based on the output signal corresponding to the incident light intensity with high sensitivity can be obtained.

[0048]

According to the invention in claim 6, in addition to the effect of the invention in claim 5, each of the plurality of detecting means includes a detection capacitor having a capacitance corresponding to the own detection sensitivity, and converts a charge stored in the charge storage means to a detection voltage corresponding to the charge amount thereof.

[0049]

Accordingly, a solid-state imaging unit and imaging camera including the solid-state imaging device can be achieved with a simple configuration, while the whole solid-state imaging unit and the whole imaging camera can be miniaturized by integrating and miniaturizing the solid-state imaging device.

[0050]

According to the invention in claim 7, during the charge storing period, the charge storage means are electrically connected to each other, and a signal charge outputted by the photoreceptor is stored in each of the charge storage means.

[0051]

Next, during the charge detection period, the charge storage means are electrically isolated from each other by the isolating

means, and a plurality of detecting means convert a signal charge amount stored in each charge storage means to a detection voltage and output the resultant charge amount as an output signal to the adding means.

[0052]

Then, the adding means adds a plurality of output signals to output as an added output signal. Accordingly, by adding up the output signal of a detecting means having a low detection sensitivity and the output signal of a detecting means having a high detection sensitivity to provide an added output signal when the incident light intensity is low, an added output signal corresponding to the incident light intensity with high sensitivity can be obtained. Also, an added output signal corresponding to the incident light intensity can be obtained for a wide range of incident light intensity regardless of low or high intensity of the incident light.

[0053]

According to the invention in claim 8, in addition to the effect of the invention in claim 7, each of the plurality of detecting means includes a detection capacitor having a capacitance corresponding to the own detection sensitivity, and converts a charge stored in the charge storage means to a detection voltage corresponding to the charge amount thereof.

[0054]

Accordingly, a solid-state imaging device can be achieved with a simple configuration, while the solid-state imaging device can be integrated and miniaturized. According to the invention in claim 9, during the charge storing period, the charge storage means included in the solid-state imaging device are electrically connected to each other, and a signal charge outputted by the photoreceptor is stored in the respective charge storage means.

[0055]

Next, during the charge detection period, the respective charge storage means are electrically isolated from each other



by a separating means included in the solid-state imaging device, and a plurality of detecting means included in the solid-state imaging device individually convert the signal charge amount stored in each charge storage means to a detection voltage and output the resultant charge amount as an output signal to the adding means.

[0056]

The adding means included in the solid-state imaging device adds a plurality of output signals to output as an added output signal. On the other hand, the driving means drives this solid-state imaging device.

[0057]

Furthermore, the signal processing means performs signal-processing on the image signal based on the added output signal. Accordingly, by adding up the output signal of a detecting means having a low detection sensitivity and the output signal of a detecting means having a high detection sensitivity to provide an added output signal, when the incident light intensity is low, an image signal based on the added output signal corresponding to the incident light intensity with high sensitivity can be obtained. Also, an image signal based on the added output signal corresponding to the incident light intensity can be obtained for a wide range of incident light intensity regardless of low or high intensity of the incident light.

[0058]

According to the invention in claim 10, in addition to the effect of the invention in claim 9, each of the plurality of detecting means includes a detection capacitor having a capacitance corresponding to the own detection sensitivity, and converts a charge stored in the charge storage means to a detection voltage corresponding to the charge amount thereof.

[0059]

Accordingly, a solid-state imaging unit including the solid-state imaging device can be achieved with a simple

configuration, while the whole solid-state imaging unit can be miniaturized by integrating and miniaturizing the solid-state imaging device.

[0060]

According to the invention in claim 11, during the charge storing period, the charge storage means in the solid-state imaging device included in a solid-state imaging unit constituting an imaging camera are electrically connected to each other, and a signal charge outputted by the photoreceptor is stored in the respective charge storage means.

[0061]

Next, during the charge detection period, the charge storage means are electrically isolated from each other by a separating means included in the solid-state imaging device, and a plurality of detecting means included in the solid-state imaging device individually convert the signal charge amount stored in each charge storage means to a detection voltage and output the resultant charge amount as an output signal to the adding means.

[0062]

Moreover, the adding means included in the solid-state imaging device adds the plurality of output signals to output as an added output signal. On the other hand, the driving means constituting the solid-state imaging unit drives this solid-state imaging device.

[0063]

Furthermore, the signal processing means constituting the solid-state imaging unit performs signal-processing on an image signal based on the added output signal. Moreover, the image formation means forms an image of an imaging target object onto a receiving surface of the light receiving means.

[0064]

Accordingly, by adding up the output signal of a detecting means having a low detection sensitivity and the output signal of a detecting means having a high detection sensitivity to

provide an added output signal, when the incident light intensity is low, an image signal based on the added output signal corresponding to the incident light intensity with high sensitivity can be obtained. Also, an image signal based on the added output signal corresponding to the incident light intensity can be obtained for a wide range of incident light intensity regardless of low or high intensity of the incident light.  
[0065]

According to the invention in claim 12, in addition to the effect of the invention in claim 11, each of the plurality of detecting means includes a detection capacitor having a capacitance corresponding to the own detection sensitivity, and converts a charge stored in the charge storage means to a detection voltage corresponding to the charge amount thereof.  
[0066]

Accordingly, a solid-state imaging unit and imaging camera including the solid-state imaging device can be achieved with a simple configuration, while the whole solid-state imaging unit and the whole imaging camera can be miniaturized by integrating and miniaturizing the solid-state imaging device.  
[0067]

[Embodiments]

Next, preferred embodiments of the present invention will be described based on the accompanying drawings. Note that in each of the following embodiments, as a solid-state imaging device, an infrared solid-state imaging device receiving and detecting an infrared ray will be described.

(I) First embodiment

First, a first embodiment corresponding to the inventions in claim 1 to claim 6 is described using Fig. 1 to Fig. 5.  
[0068]

First, the configuration of a photoelectric conversion section P in the first embodiment is described using Fig. 1. Note that, for simplicity of description, Fig. 1 shows only a portion

corresponding to one photoelectric conversion section P (corresponding to one pixel) in an MOS type solid-state imaging device, and that it shows a case where a scanning circuit in only one direction is provided. In an actual solid-state imaging device, a plurality of photoelectric conversion sections P shown in Fig. 1 will be connected in a grid pattern, and a horizontal scanning circuit and a vertical scanning circuit will be connected to each of the plurality of photoelectric conversion sections P (see Fig. 9).

[0069]

In the photoelectric conversion section P shown in Fig. 1, a photoreceptor L as the light receiving means receives an incident infrared ray and outputs a signal charge having the charge amount corresponding to the intensity of the infrared ray. The photoreceptor L is composed of a compound semiconductor, such as HgCdTe. An input gate IG is turned on while the signal charge is stored in a below-described storage gates SG<sub>1</sub> and SG<sub>2</sub> for a predetermined period of time. The input gate IG is turned off when the stored charge is outputted. A first storage gates SG<sub>1</sub> and second storage gate SG<sub>2</sub> as the charge storage means are divided by a partition gate PG, and store the signal charge inputted from the photoreceptor L through the input gate IG for a predetermined period of time. A first transfer gate TG<sub>1</sub> is connected to the node between the first storage gate SG<sub>1</sub> and the partition gate PG. The first transfer gate is turned off when the signal charge is stored in the first storage gate SG<sub>1</sub> and is turned off when outputting the stored signal charge. A first detection capacitor C<sub>1</sub> constituting a first detection circuit DT<sub>1</sub> as the detecting means is connected to a gate electrode of a below-described first detection amplifier D<sub>1</sub>. The first detection capacitor converts a signal charge stored in the first storage gate SG<sub>1</sub> to a first detection voltage corresponding to the charge amount thereof and a capacitance CD<sub>1</sub> of the first detection capacitor C<sub>1</sub>. The first detection amplifier D<sub>1</sub>

constituting the first detection circuit  $DT_1$  is driven by a power supply  $V_{DD}$  on the basis of the first detection voltage to output the first detection signal  $S_{d1}$  corresponding to the first detection voltage. A first reset gate  $RG_1$  discharges the signal charge stored in the first detection capacitor  $C_1$ . A first selection switch  $S_{s1}$  reads the first detection signal  $S_{d1}$  as a first output signal  $S_{o1}$  under the control of a below-described scanning circuit CN. The first selection switch  $S_{s1}$  then outputs the first output signal  $S_{o1}$  to a below-described selecting circuit CH.

[0070]

On the other hand, a second transfer gate  $TG_2$  is connected to the second storage gate  $SG_2$ . The second storage gate  $SG_2$  is turned off when a signal charge is stored in the second storage gate  $SG_2$ , and is turned on when the stored signal charge is outputted. A second detection capacitor  $C_2$  constituting the second detection circuit  $DT_2$  as the detecting means is connected to a gate electrode of a below-described second detection amplifier  $D_2$ . The second detection capacitor converts a signal charge stored in the second storage gate  $SG_2$  to a second detection voltage corresponding to the charge amount thereof and a capacitance  $C_{d2}$  of the second detection capacitor  $C_2$ . The second detection amplifier  $D_2$  constituting the second detection circuit  $DT_2$  is driven by the power supply  $V_{DD}$  on the basis of the second detection voltage to output the second detection signal  $S_{d2}$  corresponding to the second detection voltage. A second reset gate  $RG_2$  discharges the signal charge stored in the second detection capacitor  $C_2$ . A second selection switch  $S_{s2}$  reads the second detection signal  $S_{d2}$  as a second output signal  $S_{o2}$  under the control of a below-described scanning circuit CN and outputs the signal to a below-described selecting circuit CH. The scanning circuit CN reads the first output signal  $S_{o1}$  and the second output signal  $S_{o2}$  for each one photoelectric conversion section P by switching a set of the first selection switch  $S_{s1}$

and the second selection switch  $S_{s2}$  along with a selection switch corresponding to other non-illustrated photoreceptor L (pixel) .  
[0071]

Here, the first transfer gate  $TG_1$  and the second transfer gate  $TG_2$  are controlled by a common control signal to perform the same operation at the same timing. The same is true of the first reset gate  $RG_1$  and the second reset gate  $RG_2$ . Furthermore, the first selection switch  $S_{s1}$  and the second selection switch  $S_{s2}$  are controlled by a control signal from the scanning circuit CN to perform the same operation at the same timing.

[0072]

Moreover, a storage capacitance  $Q_1$  of the first storage gate  $SG_1$  is set larger than a storage capacitance  $Q_2$  of the second storage gate  $SG_2$ . Furthermore, the capacitance  $C_{d1}$  of the first detection capacitor  $C_1$  is set larger than the capacitance  $C_{d2}$  of the second detection capacitor  $C_2$ . Accordingly, the smaller the corresponding detection capacitor is, the higher the detection sensitivity in each detection circuit becomes, so that the detection sensitivity of the first detection circuit  $DT_1$  is smaller than the detection sensitivity of the second detection circuit  $DT_2$ .

[0073]

Here, the detection sensitivity of each detection circuit corresponds to a gradient in a graph showing a relation between the incident light intensity and the output signal voltage (voltage values of the output signals  $S_{o1}$  and  $S_{o2}$ ) for each output signal. The higher the detection sensitivity is, the larger the gradient becomes.

[0074]

Note that the capacitance  $C_{d1}$  of the first detection capacitor  $C_1$  and the capacitance  $C_{d2}$  of the second detection capacitor  $C_2$  do not need to correspond to the storage capacitance  $Q_1$  of the first storage gate  $SG_1$  and the storage capacitance  $Q_2$  of the second storage gate  $SG_2$ , and are determined based on a predetermined

desired detection sensitivity of each detection circuit.

[0075]

Next, the operation of the photoelectric conversion section P shown in Fig. 1 is described. In the photoelectric conversion section P shown in Fig. 1, a signal charge is outputted by the photoreceptor L, and then is stored in the first storage gate  $SG_1$  and the second storage gate  $SG_2$  through the input gate IG for a predetermined fixed time period. The signal charge has the charge amount corresponding to the intensity of an incident infrared ray. Since the signal charge is stored in the first storage gate  $SG_1$  and second storage gate  $SG_2$  as one storage gate at this time, the partition gate PG is kept on while the first transfer gate  $TG_1$  and the second transfer gate  $TG_2$  are kept off. Then, after a predetermined period of time, the input gate IG and the partition gate PG are turned off, while the first transfer gate  $TG_1$  and the second transfer gate  $TG_2$  are turned on. Accordingly, the signal charges stored in the first storage gate  $SG_1$  and second storage gate  $SG_2$  are individually transferred to the first detection capacitor  $C_1$  and the second detection capacitor  $C_2$ , respectively, and are converted to the first detection voltage and the second detection voltage corresponding to a signal charge stored in the respective storage gates and the capacitance of each detection capacitor. Then, based on the first detection voltage and the second detection voltage, the first detection signal  $S_{d1}$  and the second detection signal  $S_{d2}$  are individually outputted to the first selection switch  $S_{s1}$  and the second selection switch  $S_{s2}$ , respectively, by the operation of the respective first detection amplifier  $D_1$  and second detection amplifier  $D_2$ . Subsequently, by switching the first selection switch  $S_{s1}$  and the second selection switch  $S_{s2}$  at the same timing by the scanning circuit CN, the first detection signal  $S_{d1}$  and the second detection signal  $S_{d2}$  are read for each one photoelectric conversion section P, and are then outputted to the below-described selecting circuit CH as the first output

signal  $S_{01}$  and the second output signal  $S_{02}$ , respectively.

[0076]

Moreover, a signal charge is newly stored in the first storage gate  $SG_1$  and the second storage gate  $SG_2$  while each detection signal is being read. Furthermore, after completion of reading, the charges of the first detection capacitor  $C_1$  and the second detection capacitor  $C_2$  are discharged by turning on the reset gates  $RG_1$  and the second reset gate  $RG_2$  at the same timing. Note that a time shorter than one scanning time in the scanning circuit CN, for example, is sufficient for the duration of the charge storing period.

[0077]

Here, a relation between the incident light intensity  $I$  in the above-described first output signal  $S_{01}$  and second output signal  $S_{02}$  and the voltage  $V$  of the respective output signals is described using Fig. 3 (a). First, since the sensitivity of the second detection circuit  $DT_2$  is high (the capacitance  $C_{d2}$  of the second detection capacitor  $C_2$  is small), the second output signal  $S_{02}$  changes with a large gradient at low incident light intensity. Accordingly, as shown in Fig. 3 (a), weak incident light can be detected with sufficient sensitivity. However, after reaching a predetermined output saturation voltage  $V_s$ , the second output signal  $S_{02}$  does not change even if the incident light intensity changes. This output saturation voltage  $V_s$  is a quantity determined by the storage capacitance  $Q_2$  of the second storage gate  $SG_2$ , the capacitance  $C_{d2}$  of the second detection capacitor  $C_2$ , or the characteristic of the second detection amplifier  $D_2$  (supply voltage  $V_{DD}$ ). The output saturation voltage  $V_s$  is constant in the photoelectric conversion section P.

[0078]

Next, since the sensitivity of the first detection circuit  $DT_1$  is low (the capacitance  $C_{d1}$  of the first detection capacitor  $C_1$  is large), the output voltage will not reach the output saturation voltage  $V_s$  even at high incident light intensity.



Accordingly, as shown in Fig. 3 (a), the output signal voltage  $V$  corresponding to the incident light intensity can be obtained for a wide range of incident light intensity.

[0079]

Next, the selecting circuit CH as a selecting means that switches between the first output signal  $S_{01}$  and the second output signal  $S_{02}$ , which are outputted from each photoelectric conversion section P, is described using Fig. 2. Here, the first output signal  $S_{01}$  and the second output signal  $S_{02}$  are outputted to the selecting circuit CH while a time difference is provided for each photoelectric conversion section P under the switching control in the scanning circuit CN connected to each photoelectric conversion section P.

[0080]

The selecting circuit CH shown in Fig. 2 includes a second output selection switch  $S_{0S2}$  that on-off controls the second output signal  $S_{02}$  based on a selection signal  $S_C$ , and a first output selection switch  $S_{0S1}$  that on-off controls the first output signal  $S_{01}$  based on an inverted selection signal  $S_{C\bar{}}$  which is obtained by inverting the selection signal  $S_C$  with an inverter I.

[0081]

Either one of the first output signal  $S_{01}$  or the second output signal  $S_{02}$  is selected and outputted as a selected output signal  $S_0$  by the selecting circuit CH shown in Fig. 2. Then, the selected output signal  $S_0$  in the horizontal scanning direction and the selected output signal  $S_0$  in the vertical scanning direction are combined by a non-illustrated combining circuit, and then are outputted as an image signal  $S_v$  (see Fig. 9).

[0082]

Here, when the intensity of an infrared ray incident upon the photoreceptor L is weak, the selection signal  $S_C$  selects, as the selected output signal  $S_0$ , the second output signal  $S_{02}$  which is the output signal of the second detection circuit  $DT_2$  having a high sensitivity. When the intensity of an infrared ray incident

upon the photoreceptor L is strong, the selection signal  $S_c$  selects, as the selected output signal  $S_0$ , the first output signal  $S_{01}$  which the output signal of the first detection circuit  $DT_1$  having a low sensitivity. More specifically, for example, a user may manually switch the selection signal  $S_c$  depending on the intensity of an infrared generation source. Otherwise, by monitoring the second output signal  $S_{02}$ , the second output signal  $S_{02}$  may be automatically selected as the selected output signal  $S_0$  until the second output signal  $S_{02}$  reaches the output saturation voltage  $V_s$ , and the first output signal  $S_{01}$  may be automatically selected as the selected output signal  $S_0$  when the second output signal  $S_{02}$  reaches the output saturation voltage  $V_s$ .

[0083]

Next, a relation between the selected output signal  $S_0$ , and the first output signal  $S_{01}$  and the second output signal  $S_{02}$ , is described using Fig. 3 (b). As shown with a solid line in Fig. 3 (b), the selected output signal  $S_0$  is formed into a shape obtained by switching between the first output signal  $S_{01}$  and the second output signal  $S_{02}$  at an incident light intensity  $I_1$  corresponding to the output saturation voltage  $V_s$  of the second output signal  $S_{02}$ . The selected output signal  $S_0$  as a whole obtains an output voltage corresponding to the incident light intensity with sufficient sensitivity, in the range where the incident light intensity is low. Further, even when the incident light intensity is high, an output voltage is obtained corresponding to a wide range of incident light intensity without saturation.

[0084]

As described above, according to the first embodiment, a solid-state imaging device having a wide dynamic range for incident light intensity can be obtained without performing a design change or the like, with a simple configuration.

[0085]

Furthermore, as shown in Fig. 4, a prior art driving circuit

DV as the driving means for supplying a clock signal CR to drive each gate and the like may be added to a solid-state imaging device ID of the first embodiment, and a prior art signal-processing circuit PC as the signal processing means to output as an image signal  $S_v'$  by performing necessary signal processing to the image signal  $S_v$  outputted from the solid-state imaging device ID of the first embodiment may be added to the solid-state imaging device ID of the first embodiment. Accordingly, a solid-state imaging unit IY having a wide dynamic range for incident light intensity can be obtained with a simple configuration. In addition, as needed, a display circuit DP, such as a prior art liquid crystal display, which displays an image based on the signal-processed image signal  $S_v'$ , may be added to configure a solid-state imaging unit.

[0086]

Furthermore, as shown in Fig. 5, a battery BT as the power supply means for supplying power and an imaging lens LZ as the image formation means for forming an image of an imaging target object onto the receiving surface of the photoreceptor L may be added to the above-described solid-state imaging unit IY. Accordingly, an imaging camera CA having a wide dynamic range for incident light intensity can be obtained with a simple configuration. Note that the battery BT may not be incorporated in the imaging camera CA, but the power may be supplied from the outside of the imaging camera CA via an adapter or the like.

(II) Second embodiment

Next, a second embodiment corresponding to the inventions in claim 7 to claim 12 is described using Fig. 1, Fig. 6, and Fig. 7.

[0087]

In the above-described first embodiment, the first output signal  $S_{o1}$  and the second output signal  $S_{o2}$  are switched by the selecting circuit CH and are extracted as the selected output signal  $S_o$ . However, in the second embodiment, the first output

signal  $S_{01}$  and the second output signal  $S_{02}$  are added by an adding means circuit AD and the resultant signal is outputted as an added output signal  $S_{00}$ .

[0088]

In the second embodiment, since the configuration of the photoelectric conversion section P that outputs the first output signal  $S_{01}$  and the second output signal  $S_{02}$  is the same as that of the first embodiment, the description of the configuration and operation thereof is omitted.

[0089]

Next, the configuration and operation of the adding means circuit AD as the adding means in the second embodiment are described using Fig. 6 and Fig. 7. As shown in Fig. 6, the adding means circuit AD of the second embodiment comprises a load resistor R connected in series to the first output signal  $S_{01}$  and to the second output signal  $S_{02}$ , respectively, and an adding means A, one input terminal of which is grounded and which adds the first output signal  $S_{01}$  and the second output signal  $S_{02}$  to output the added output signal  $S_{00}$ .

[0090]

Next, a relation between the first output signal  $S_{01}$ , and the second output signal  $S_{02}$  and the added output signal  $S_{00}$  is described using Fig. 7. As shown in Fig. 7, the added output signal  $S_{00}$  is a sum of the first output signal  $S_{01}$  and the second output signal  $S_{02}$ , and can be obtained regardless of the output saturation voltage  $V_s$ . Furthermore, in the range where the incident light intensity is low (in the range not more than  $I_1$  in Fig. 7), the output voltage can be obtained with sensitivity higher than that of the second output signal  $S_{02}$ . Even when the incident light intensity is high, the output voltage corresponding to a wide range of incident light intensity can be obtained without saturation.

[0091]

As described above, according to the second embodiment, as

in the first embodiment, a solid-state imaging device having a wide dynamic range for incident light intensity can be obtained without making a design change or the like and with a simple configuration. Further, by using the solid-state imaging device, a solid-state imaging unit having a wide dynamic range for incident light intensity can be obtained with a simple configuration, as in the first embodiment.

[0092]

Moreover, by using the above-described solid-state imaging unit, an imaging camera having a wide dynamic range for incident light intensity can be also obtained with a simple configuration, as in the first embodiment.

### (III) Modification

In the first and second embodiments described above, the storage gate is divided into two, i.e., the first storage gate  $SG_1$  and the second storage gate  $SG_2$ . However, the present invention is not limited thereto, and three or more storage gates may be provided. In this case, the transfer gates, the detection capacitors, the reset gates, the detection amplifiers, and the selection switches as many as the number of the storage gates will be added. In this case, the sensitivity of the detection circuit corresponding to each storage gate is set so as to differ from each other.

[0093]

Now, in the case where three storage gates are provided, a relation between a first output signal through a third output signal, and a selected output signal obtained by switching these output signals or an added output signal obtained by adding up these output signals is described using Fig. 8.

[0094]

First, as shown in Fig. 8 (a), in the case where a first output signal  $S_{x1}$  through a third output signal  $S_{x3}$  are switched by the selecting circuit CH, the third output signal  $S_{x3}$  is the selected output signal  $S_0$  (see Fig. 2) when the incident light intensity

ranges from 0 to  $I_1$ , the second output signal  $S_{x2}$  is the selected output signal  $S_0$  when the incident light intensity ranges from  $I_1$  to  $I_2$ , and the first output signal  $S_{x1}$  is the selected output signal  $S_0$  when the incident light intensity is larger than  $I_2$ . Moreover, in the case where these switchovers are performed automatically, the third output signal  $S_{x3}$  and the second output signal  $S_{x2}$  are monitored, so that the third output signal  $S_{x3}$  is automatically selected as the selected output signal  $S_0$  until the third output signal  $S_{x3}$  reaches the output saturation voltage  $V_s$ , that the second output signal  $S_{x2}$  is automatically selected as the selected output signal  $S_0$  when the third output signal  $S_{x3}$  reaches the output saturation voltage  $V_s$ , and that the first output signal  $S_{x1}$  is automatically selected as the selected output signal  $S_0$  after the second output signal  $S_{x2}$  reaches the output saturation voltage  $V_s$ .

[0095]

Next, as shown in Fig. 8 (b), in the case where the first output signal  $S_{x1}$  through the third output signal  $S_{x3}$  are added by the adding means circuit AD, an added output signal  $S_{x0}$  is a combined one obtained by combining all of these output signals. When the incident light intensity is weak, incident light can be detected with sensitivity higher than that of the above-described second embodiment. Furthermore, even when the incident light intensity is high, the output voltage corresponding to a wide range of incident light intensity can be obtained without saturation.

[0096]

Note that, although in the above-described each embodiment and modification, an infrared solid-state imaging device receiving an infrared ray has been described as the subject, the present invention is not limited thereto and can be used also in a solid-state imaging device receiving a visible ray, an ultraviolet ray, and the like other than the infrared ray. In this case, the above-described photoreceptor L just needs to be changed to a photoreceptor that receives a visible ray or

ultraviolet ray and outputs a signal charge having a charge amount corresponding to the intensity thereof.

[0097]

[Advantages of the Invention]

As described above, according to the invention in claim 1, each detecting means differs in sensitivity. Accordingly, when the incident light intensity is high, the output signal of a detecting means having a low detection sensitivity is selected, and thereby a selected output signal corresponding to the incident light intensity over a wide range of incident light intensity can be obtained. When the incident light intensity is low, the output signal of a detecting means having a high detection sensitivity is selected, and thereby a selected output signal corresponding to the incident light intensity with high sensitivity can be obtained.

[0098]

Accordingly, a solid-state imaging device having a wide dynamic range that can cover a wide range of incident light intensity and detect a change in minute incident light can be achieved.

[0099]

According to the invention in claim 2, in addition to the effect of the invention in claim 1, a solid-state imaging device can be achieved with a simple configuration, while the solid-state imaging device can be integrated and miniaturized.

[0100]

According to the invention in claim 3, since each detecting means differs in sensitivity, by selecting the output signal of a detecting means having a low detection sensitivity when the incident light intensity is high, an image signal based on a selected output signal corresponding to the incident light intensity over a wide range of incident light intensity can be obtained. Also, when the incident light intensity is low, by selecting the output signal of a detecting means having a high

detection sensitivity, an image signal based on a selected output signal corresponding to the incident light intensity with high sensitivity can be obtained.

[0101]

Accordingly, a solid-state imaging unit having a wide dynamic range that can cover a wide range of incident light intensity and that can detect a change in minute incident light can be achieved.

[0102]

According to the invention in claim 4, in addition to the effect of the invention in claim 3, a solid-state imaging unit including the solid-state imaging device can be achieved with a simple configuration, while the whole solid-state imaging unit can be miniaturized by integrating and miniaturizing the solid-state imaging device.

[0103]

According to the invention in claim 5, since each detecting means differs in sensitivity, by selecting the output signal of a detecting means having a low detection sensitivity when the intensity of an incident light from an imaging target object is high, an image signal based on a selected output signal corresponding to the incident light intensity over a wide range of incident light intensity can be obtained. Also, when the incident light intensity is low, by selecting the output signal of a detecting means having a high detection sensitivity, an image signal based on the output signal corresponding to the incident light intensity with high sensitivity can be obtained.

[0104]

Accordingly, an imaging camera having a wide dynamic range that can cover a wide range of incident light intensity and that can detect a change in minute incident light can be achieved. According to the invention in claim 6, in addition to the effect of the invention in claim 5, a solid-state imaging unit and imaging camera including the solid-state imaging device can be



achieved with a simple configuration, while the whole solid-state imaging unit and the whole imaging camera can be miniaturized by integrating and miniaturizing the solid-state imaging device.  
[0105]

According to the invention in claim 7, by adding up the output signal of a detecting means having a low detection sensitivity and the output signal of a detecting means having a high detection sensitivity to obtain an added output signal when the incident light intensity is low, an added output signal corresponding to the incident light intensity with high sensitivity can be obtained. Also, an added output signal corresponding to the incident light intensity can be obtained for a wide range of incident light intensity regardless of low or high intensity of the incident light.

[0106]

Accordingly, a solid-state imaging device having a wide dynamic range that can cover a wide range of incident light intensity and that can detect a change in minute incident light can be achieved.

[0107]

According to the invention in claim 8, in addition to the effect of the invention in claim 7, a solid-state imaging device can be achieved with a simple configuration, while the solid-state imaging device can be integrated and miniaturized.  
[0108]

According to the invention in claim 9, by adding up the output signal of a detecting means having a low detection sensitivity and the output signal of a detecting means having a high detection sensitivity to obtain an added output signal, when the incident light intensity is low, an image signal based on the added output signal corresponding to the incident light intensity with high sensitivity can be obtained. Also, an image signal based on the added output signal corresponding to the incident light intensity can be obtained for a wide range of incident light intensity

regardless of low or high intensity of the incident light.

[0109]

Accordingly, a solid-state imaging unit having a wide dynamic range that can cover a wide range of incident light intensity and that can detect a change in minute incident light can be achieved.

[0110]

According to the invention in claim 10, in addition to the effect of the invention in claim 9, a solid-state imaging unit including the solid-state imaging device can be achieved with a simple configuration, while the whole solid-state imaging unit can be miniaturized by integrating and miniaturizing the solid-state imaging device.

[0111]

According to the invention in claim 11, by adding up the output signal of a detecting means having a low detection sensitivity and the output signal of a detecting means having a high detection sensitivity to obtain an added output signal, when the incident light intensity is low, an image signal based on the added output signal corresponding to the incident light intensity with high sensitivity can be obtained. Also, an image signal based on the added output signal corresponding to the incident light intensity can be obtained for a wide range of incident light intensity regardless of low or high intensity of the incident light.

[0112]

Accordingly, an imaging camera having a wide dynamic range that can cover a wide range of incident light intensity and that can detect a change in minute incident light can be achieved. According to the invention in claim 12, in addition to the effect of the invention in claim 11, a solid-state imaging unit and imaging camera including the solid-state imaging device can be achieved with a simple configuration, while the whole solid-state imaging unit and the whole imaging camera can be miniaturized by integrating and miniaturizing the solid-state imaging device.

[Brief Description of the Drawings]

[Fig. 1] Fig. 1 is a diagram showing a configuration of a photoelectric conversion section in a solid-state imaging device of a first embodiment and a second embodiment.

[Fig. 2] Fig. 2 is a diagram showing a configuration of a selecting circuit of the first embodiment.

[Fig. 3] Fig. 3 is a diagram showing a relation between an incident light intensity and an output signal voltage in the first embodiment, in which Fig. 3 (a) shows a diagram showing a relation between an incident light intensity and an output signal voltage in a first output signal  $S_{01}$  and a second output signal  $S_{02}$ , and Fig. 3 (b) shows a relation between the first output signal  $S_{01}$  and second output signal  $S_{02}$  and a selected output signal  $S_0$ .

[Fig. 4] Fig. 4 is a schematic configuration block diagram of a solid-state imaging unit.

[Fig. 5] Fig. 5 is a schematic configuration block diagram of an imaging camera.

[Fig. 6] Fig. 6 is a diagram showing a configuration of an adding circuit of the second embodiment.

[Fig. 7] Fig. 7 is a diagram showing a relation between an incident light intensity and an output signal voltage in the second embodiment.

[Fig. 8] Fig. 8 is a diagram showing a relation between an incident light intensity and an output signal voltage in a modification, in which Fig. 8 (a) is a diagram showing a relation between an incident light intensity and an output signal voltage in switching each output signal, and Fig. 8 (b) is a diagram showing a relation between an incident light intensity and an output signal voltage in adding each output signal.

[Fig. 9] Fig. 9 is a diagram showing a whole configuration of an infrared solid-state imaging device.

[Fig. 10] Fig. 10 is a diagram showing a configuration of a first prior art solid-state imaging device.

[Fig. 11] Fig. 11 is a diagram showing a configuration of a

photoelectric conversion section in the first prior art solid-state imaging device.

[Description of Reference Numerals]

100, 110 ... solid-state imaging device  
101 ... horizontal scanning circuit  
102 ... vertical scanning circuit  
112 ... detection capacitor  
113 ... detection amplifier  
114 ... selection switch  
A ... adding means  
AD ... adding means circuit  
BT ... battery  
C<sub>1</sub> ... first detection capacitor  
C<sub>2</sub> ... second detection capacitor  
CA ... imaging camera  
CH ... selecting circuit  
CR ... clock signal  
CN, 115 ... scanning circuit  
D<sub>1</sub> ... first detection amplifier  
D<sub>2</sub> ... second detection amplifier  
DT<sub>1</sub> ... first detection circuit  
DT<sub>2</sub> ... second detection circuit  
DV ... driving circuit  
DP ... display circuit  
I ... inverter  
IG, IG' ... input gate  
ID ... solid-state imaging device  
IY ... solid-state imaging unit  
L, 111 ... photoreceptor  
LZ ... imaging lens  
PG, PG' ... partition gate  
PC ... signal processing circuit  
P, P' ... photoelectric conversion section  
RG<sub>1</sub> ... first reset gate

RG<sub>2</sub> ... second reset gate  
RG' ... reset gate  
R ... load resistance  
SG<sub>1</sub>, SG<sub>1</sub>' ... first storage gate  
SG<sub>2</sub>, SG<sub>2</sub>' ... second storage gate  
SG' ... storage gate  
S<sub>S1</sub> ... first selection switch  
S<sub>S2</sub> ... second selection switch  
S<sub>O1</sub>, S<sub>X1</sub> ... first output signal  
S<sub>O2</sub>, S<sub>X2</sub> ... second output signal  
S<sub>X3</sub> ... third output signal  
S<sub>O</sub>' ... output signal  
S<sub>OS1</sub> ... first output selection switch  
S<sub>OS2</sub> ... second output selection switch  
S<sub>C</sub> ... selection signal  
S<sub>CI</sub> ... inverted selection signal  
S<sub>O</sub> ... selected output signal  
S<sub>OO</sub> ... added output signal  
S<sub>V</sub>, S<sub>V</sub>' ... image signal  
TG<sub>1</sub> ... first transfer gate  
TG<sub>2</sub> ... second transfer gate  
TG' ... transfer gate  
V<sub>S</sub> ... output saturation voltage  
V<sub>DD</sub> ... power supply voltage

Translation of Descriptions in the Drawings:

FIG. 1

CONFIGURATION OF PHOTOELECTRIC CONVERSION SECTION IN SOLID-STATE  
IMAGING DEVICE OF FIRST EMBODIMENT AND SECOND EMBODIMENT

P: PHOTOELECTRIC CONVERSION SECTION

IG: INPUT GATE

L: PHOTORECEPTOR

SG<sub>1</sub>: FIRST STORAGE GATE

PG: PARTITION GATE  
SG<sub>2</sub>: SECOND STORAGE GATE  
TG<sub>1</sub>: FIRST TRANSFER GATE  
TG<sub>2</sub>: SECOND TRANSFER GATE  
RG<sub>1</sub>: FIRST RESET GATE  
RG<sub>2</sub>: SECOND RESET GATE  
S<sub>s1</sub>: FIRST SELECTION SWITCH  
S<sub>s2</sub>: SECOND SELECTION SWITCH  
S<sub>o1</sub>: FIRST OUTPUT SIGNAL  
S<sub>o2</sub>: SECOND OUTPUT SIGNAL  
CN: SCANNING CIRCUIT  
DT<sub>1</sub>: FIRST DETECTION CIRCUIT  
DT<sub>2</sub>: SECOND DETECTION CIRCUIT  
C<sub>1</sub>: FIRST DETECTION CAPACITOR  
C<sub>2</sub>: SECOND DETECTION CAPACITOR  
D<sub>1</sub>: FIRST DETECTION AMPLIFIER  
D<sub>2</sub>: SECOND DETECTION AMPLIFIER  
SD<sub>1</sub>: FIRST DETECTION SIGNAL  
SD<sub>2</sub>: SECOND DETECTION SIGNAL

FIG. 2

CONFIGURATION OF SELECTOR CIRCUIT OF FIRST EMBODIMENT

S<sub>o1</sub>: FIRST OUTPUT SIGNAL  
S<sub>o2</sub>: SECOND OUTPUT SIGNAL  
I: INVERTER  
S<sub>c</sub>: SELECTION SIGNAL  
S<sub>c1</sub>: INVERTED SELECTION SIGNAL  
S<sub>os1</sub>: FIRST OUTPUT SELECTION SWITCH  
S<sub>os2</sub>: SECOND OUTPUT SELECTION SWITCH  
S<sub>o</sub>: SELECTED OUTPUT SIGNAL

FIG. 3

RELATION BETWEEN INCIDENT LIGHT INTENSITY AND OUTPUT SIGNAL  
VOLTAGE IN FIRST EMBODIMENT

(a)

OUTPUT SIGNAL VOLTAGE V

S<sub>02</sub>: SECOND OUTPUT SIGNAL

S<sub>01</sub>: FIRST OUTPUT SIGNAL

SMALL INCIDENT LIGHT INTENSITY LARGE

V<sub>s</sub>: OUTPUT SATURATION VOLTAGE

(b)

OUTPUT SIGNAL VOLTAGE V

S<sub>0</sub>: SELECTED OUTPUT SIGNAL

SMALL INCIDENT LIGHT INTENSITY LARGE

FIG. 4

SCHEMATIC CONFIGURATION BLOCK DIAGRAM OF SOLID-STATE IMAGING UNIT

IY: SOLID-STATE IMAGING UNIT

INCIDENT INFRARED RAY

ID: SOLID-STATE IMAGING DEVICE

DV: DRIVING CIRCUIT

PC: SIGNAL PROCESSING CIRCUIT

DP: DISPLAY CIRCUIT

S<sub>v</sub>, S<sub>v</sub>': IMAGE SIGNAL

CR: CLOCK SIGNAL

FIG. 5

SCHEMATIC CONFIGURATION BLOCK DIAGRAM OF IMAGING CAMERA

CA: IMAGING CAMERA

INCIDENT INFRARED RAY

IY: SOLID-STATE IMAGING UNIT

LZ: IMAGING LENS

BT: BATTERY

FIG. 6

CONFIGURATION OF ADDER CIRCUIT OF SECOND EMBODIMENT

S<sub>01</sub>: FIRST OUTPUT SIGNAL

S<sub>02</sub>: SECOND OUTPUT SIGNAL

R: LOAD RESISTANCE  
A: ADDER  
S<sub>00</sub>: ADDED OUTPUT SIGNAL

FIG. 7

RELATION BETWEEN INCIDENT LIGHT INTENSITY AND OUTPUT SIGNAL  
VOLTAGE IN SECOND EMBODIMENT  
OUTPUT SIGNAL VOLTAGE V  
S<sub>00</sub>: ADDED OUTPUT SIGNAL  
S<sub>02</sub>: SECOND OUTPUT SIGNAL  
S<sub>01</sub>: FIRST OUTPUT SIGNAL  
INCIDENT LIGHT INTENSITY  
V<sub>s</sub>: OUTPUT SATURATION VOLTAGE

FIG. 8

RELATION BETWEEN INCIDENT LIGHT INTENSITY AND OUTPUT SIGNAL  
VOLTAGE IN MODIFICATION

(a)

V<sub>OUT</sub>: OUTPUT SIGNAL VOLTAGE  
I: INCIDENT LIGHT INTENSITY  
S<sub>X3</sub>: THIRD OUTPUT SIGNAL  
S<sub>X2</sub>: SECOND OUTPUT SIGNAL  
S<sub>X1</sub>: FIRST OUTPUT SIGNAL

(b)

V<sub>OUT</sub>: OUTPUT SIGNAL VOLTAGE  
I: INCIDENT LIGHT INTENSITY  
S<sub>X0</sub>: ADDED OUTPUT SIGNAL

FIG. 9

WHOLE CONFIGURATION OF INFRARED SOLID-STATE IMAGING DEVICE  
101: HORIZONTAL SCANNING CIRCUIT  
102: VERTICAL SCANNING CIRCUIT  
S<sub>y</sub>: IMAGE SIGNAL  
P: PHOTOELECTRIC CONVERSION SECTION (PIXEL)



FIG. 10

CONFIGURATION OF SOLID-STATE IMAGING DEVICE OF FIRST PRIOR ART

111: PHOTORECEPTOR  
112: DETECTION CAPACITOR  
113: DETECTION AMPLIFIER  
114: SELECTION SWITCH  
115: SCANNING CIRCUIT  
P': PHOTOELECTRIC CONVERSION SECTION  
RG': RESET GATE  
IG': INPUT GATE  
SG': STORAGE GATE  
TG': TRANSFER GATE  
S<sub>o</sub>': OUTPUT SIGNAL

FIG. 11

CONFIGURATION OF PHOTOELECTRIC CONVERSION SECTION IN SECOND PRIOR  
ART SOLID-STATE IMAGING DEVICE

111: PHOTORECEPTOR  
112: DETECTION CAPACITOR  
113: DETECTION AMPLIFIER  
114: SELECTION SWITCH  
115: SCANNING CIRCUIT  
IG': INPUT GATE  
SG<sub>1</sub>': FIRST STORAGE GATE  
SG<sub>2</sub>': SECOND STORAGE GATE  
PG': PARTITION GATE  
TG': TRANSFER GATE  
RG': RESET GATE  
S<sub>o</sub>': OUTPUT SIGNAL  
OFG: OVERFLOW GATE  
V<sub>OFD</sub>: OVERFLOW DRAIN

特開平8-256293

(43) 公開日 平成8年(1996)10月1日

(51) Int.Cl. <sup>4</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 4 N 5/335			H 0 4 N 5/335	E
H 0 1 L 27/146			H 0 1 L 27/14	A
27/14				K

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願平7-59464	(71) 出願人	00005223 富士通株式会社 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
(22) 出願日	平成7年(1995)3月17日	(72) 発明者	栗本 健司 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社内
		(72) 発明者	坂地 陽一郎 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社内
		(72) 発明者	澤田 亮 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社内
		(74) 代理人	弁理士 石川 泰男

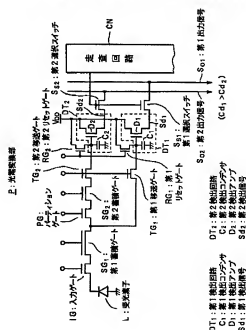
(54) 【発明の名称】 固体撮像素子及び固体撮像ユニット並びに撮像カメラ

## (57) 【要約】

【目的】 入射光の強度に対するダイナミックレンジが広い固体撮像素子及び固体撮像ユニット並びに撮像カメラを提供する。

【構成】 第1の発明は、MOS型固体撮像素子において、複数の蓄積ゲートSG<sub>1</sub>、SG<sub>2</sub>を設け、それぞれに対し感度の異なる検出回路DT<sub>1</sub>、DT<sub>2</sub>を設け、それぞれの出力を切り換えて一つの受光素子Lにおける選択出力信号とする。入射光強度が低い場合には、感度の高い検出回路DT<sub>2</sub>の出力が選択され、入射光強度が高い場合には、感度の低い検出回路DT<sub>1</sub>の出力が選択されるので、広い入射光強度の範囲に渡って、飽和することなく入射光強度に対応した選択出力信号が得られる。第2の発明は、第1の発明の感度の異なる検出回路DT<sub>1</sub>、DT<sub>2</sub>の出力を加算して加算出力信号とする。入射光強度が低い場合には、第1の発明より高い感度の加算出力信号が得られる。

第1及び第2実施例の固体撮像素子における光電変換回路の構成



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 一つの受光手段に対して直列に接続された複数の電荷蓄積手段及び各々の前記電荷蓄積手段を電気的に分離する分離手段を備えた固体撮像素子において、

複数の前記電荷蓄積手段にそれぞれ個別に接続され、互いに検出感度が異なり、且つ、前記電荷蓄積手段に蓄積された電荷量を電圧に変換し、出力信号として出力する複数の検出手段と、

外部からの選択信号に基づき複数の前記出力信号を選択し、選択出力信号として出力する選択手段と、を備えたことを特徴とする固体撮像素子。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の固体撮像素子において、

複数の前記検出手段は、それぞれの検出感度に対応した容量を有し、前記電荷蓄積手段に蓄積された電荷を、その電荷量に対応する電圧に変換する検出コンデンサをそれぞれに備えたことを特徴とする固体撮像素子。

【請求項 3】 一つの受光手段に対して直列に接続された複数の電荷蓄積手段及び各々の前記電荷蓄積手段を電気的に分離する分離手段を備えるとともに、

複数の前記電荷蓄積手段にそれぞれ個別に接続され、互いに検出感度が異なり、且つ、前記電荷蓄積手段に蓄積された電荷量を電圧に変換し、出力信号として出力する複数の検出手段と、

外部からの選択信号に基づき複数の前記出力信号を選択し、選択出力信号として出力する選択手段と、を備えた固体撮像素子と、

前記固体撮像素子を駆動するための駆動手段と、前記選択出力信号に基づく画像信号を信号処理する信号処理手段と、

を備えたことを特徴とする固体撮像素子ユニット。

【請求項 4】 請求項 3 に記載の固体撮像素子ユニットにおいて、

複数の前記検出手段は、それぞれの検出感度に対応した容量を有し、前記電荷蓄積手段に蓄積された電荷を、その電荷量に対応する電圧に変換する検出コンデンサをそれぞれに備えたことを特徴とする固体撮像素子ユニット。

【請求項 5】 一つの受光手段に対して直列に接続された複数の電荷蓄積手段及び各々の前記電荷蓄積手段を電気的に分離する分離手段を備えるとともに、

複数の前記電荷蓄積手段にそれぞれ個別に接続され、互いに検出感度が異なり、且つ、前記電荷蓄積手段に蓄積された電荷量を電圧に変換し、出力信号として出力する複数の検出手段と、

外部からの選択信号に基づき複数の前記出力信号を選択し、選択出力信号として出力する選択手段と、を備えた固体撮像素子と、

前記固体撮像素子を駆動するための駆動手段と、前記選択出力信号に基づく画像信号を信号処理する信号

処理手段と、を備えた固体撮像素子ユニットと、前記受光手段の受光面に対して撮像対象の像を結像する結像手段と、

を備えたことを特徴とする撮像カメラ。

【請求項 6】 請求項 5 に記載の撮像カメラにおいて、複数の前記検出手段は、それぞれの検出感度に対応した容量を有し、前記電荷蓄積手段に蓄積された電荷を、その電荷量に対応する電圧に変換する検出コンデンサをそれぞれに備えたことを特徴とする撮像カメラ。

【請求項 7】 一つの受光手段に対して直列に接続された複数の電荷蓄積手段及び各々の前記電荷蓄積手段を電気的に分離する分離手段を備えた固体撮像素子において、

複数の前記電荷蓄積手段にそれぞれ個別に接続され、互いに検出感度が異なり、且つ、前記電荷蓄積手段に蓄積された電荷量を電圧に変換し、出力信号として出力する複数の検出手段と、

複数の前記出力信号を加算し、加算出力信号として出力する加算手段と、

を備えたことを特徴とする固体撮像素子。

【請求項 8】 請求項 7 に記載の固体撮像素子において、

複数の前記検出手段は、それぞれの検出感度に対応した容量を有し、前記電荷蓄積手段に蓄積された電荷を、その電荷量に対応する電圧に変換する検出コンデンサをそれぞれに備えたことを特徴とする固体撮像素子。

【請求項 9】 一つの受光手段に対して直列に接続された複数の電荷蓄積手段及び各々の前記電荷蓄積手段を電気的に分離する分離手段を備えるとともに、

複数の前記電荷蓄積手段にそれぞれ個別に接続され、互いに検出感度が異なり、且つ、前記電荷蓄積手段に蓄積された電荷量を電圧に変換し、出力信号として出力する複数の検出手段と、

複数の前記出力信号を加算し、加算出力信号として出力する加算手段と、を備えた固体撮像素子と、

前記固体撮像素子を駆動するための駆動手段と、前記加算出力信号に基づく画像信号を信号処理する信号処理手段と、

を備えたことを特徴とする固体撮像素子ユニット。

【請求項 10】 請求項 9 に記載の固体撮像素子ユニットにおいて、

複数の前記検出手段は、それぞれの検出感度に対応した容量を有し、前記電荷蓄積手段に蓄積された電荷を、その電荷量に対応する電圧に変換する検出コンデンサをそれぞれに備えたことを特徴とする固体撮像素子ユニット。

【請求項 11】 一つの受光手段に対して直列に接続された複数の電荷蓄積手段及び各々の前記電荷蓄積手段を電気的に分離する分離手段を備えるとともに、複数の前記電荷蓄積手段にそれぞれ個別に接続され、互いに検出感度が異なり、且つ、前記電荷蓄積手段に蓄積

された電荷量を電圧に変換し、出力信号として出力する複数の検出手段と、

複数の前記出力信号を加算し、加算出力信号として出力する加算手段と、を備えた固体撮像素子と、前記固体撮像素子を駆動するための駆動手段と、前記加算出力信号に基づく画像信号を信号処理する信号処理手段と、を備えた固体撮像ユニットと、前記受光手段の受光面に対して撮像対象の像を結像する結像手段と、

を備えたことを特徴とする撮像カメラ。  
【請求項12】 請求項11に記載の撮像カメラにおいて、

複数の前記検出手段は、それぞれの検出感度に対応した容量を有し、前記電荷蓄積手段に蓄積された電荷を、その電荷量に対応する電圧に変換する検出コンデンサをそれぞれに備えたことを特徴とする撮像カメラ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、固体撮像素子、固体撮像ユニット及び撮像カメラに関し、より詳細には、広い強度範囲の赤外線に対応して当該赤外線を検出し、当該赤外線発生源を画像化する固体撮像素子、固体撮像ユニット及び撮像カメラに関する。

【0002】半導体基板上に複数の光電変換素子を配置した受光素子部と、光電変換された電圧信号を処理するための回路部を備えた固体撮像素子のうち、赤外線固体撮像素子は、近年高度化が進み、微小強度の赤外線であっても検出することが可能になっている。この赤外線固体撮像素子を、撮像対象物の判別や追尾に利用する場合や、航空機や船舶等に搭載して前方監視用に用いる場合においては、広い範囲の入射光強度に対応でき、且つ、微小な赤外線の強度変化をも検出可能であることが必要である。

【0003】ここで、一般に、赤外線撮像素子は、撮像対象物がその温度に対応して発生する赤外線を検出するものであるが、当該赤外線は、撮像対象物全体の温度の高低に対応してその強度は広い範囲に渡って変化するが、撮像対象物中の部分的な温度変化は小さい場合が多く、それに対応する赤外線の強度変化も微小なものとなる。

【0004】

【従来の技術】始めに、従来の固体撮像素子の全体構成について、図9を用いて説明する。図9に示すように、従来の赤外線固体撮像素子100は、格子状に配置された複数の光電変換部P'と、複数の光電変換部P'の出力を順次に読み出す水平走査回路101及び垂直走査回路102により構成されている。

【0005】この赤外線固体撮像素子100においては、複数の光電変換部P'により、受光した赤外線の強度に対応した値の電圧が得られ、これが出力信号として

水平走査回路101及び垂直走査回路102に入力される。そして、水平走査回路101及び垂直走査回路102により水平方向と垂直方向に光電変換部P'からの出力信号が走査され、それらを合成することにより、各光電変換部P'が受光した赤外線の強度に対応した画像信号S<sub>i</sub>が出力される。

【0006】次に、上記の光電変換部P'の具体的な構成の一例について、図10を用いて説明する。なお、図10は、4個の光電変換部P'を有する4画素MOS(Metal-Oxide-Semiconductor)型固体撮像素子を示しており、また、説明の簡略化のために、一方向のみの走査回路を設けた場合について示している。

【0007】図10において、第1の従来技術の4画素MOS型固体撮像素子110における一つの光電変換部P'は、入射した赤外線を受光し、当該赤外線の強度に対応した電荷量の信号電荷を出力するHgCdTe等の化合物半導体からなる受光素子111と、後述の蓄積ゲートSG'に信号電荷を蓄積する間オンとされるときに、蓄積した電荷を出力するときにオフとされる入力ゲートIG'と、入力ゲートIG'を介して受光素子111から入力される信号電荷を所定の一定期間蓄積する蓄積ゲートSG'と、蓄積ゲートSG'に信号電荷を蓄積するときオフとされ、蓄積された信号電荷を出力するときオンとされる移送ゲートTG'と、後述の検出アンプ113のゲート電極に接続されるときに、蓄積された信号電荷をその電荷量に対応した検出電圧に変換する検出コンデンサ112と、検出電圧に基づいて、電源V<sub>ss</sub>により駆動され、検出電圧に対応する検出信号を出力する検出アンプ113と、検出コンデンサ112に蓄積された信号電荷を排出するためのリセットゲートRG'と、後述の走査回路115の制御の下、検出信号を出力信号S<sub>i</sub>として読み出す選択スイッチ114と、各選択スイッチ114を切り換えることにより光電変換部P'ずつ検出信号を読み出すための走査回路115と、により構成される。ここで、蓄積ゲートSG'の蓄積容量と、検出コンデンサ112の容量は、通常、等しくなるか、若しくは検出コンデンサ112の容量の方がやや大きくなるように設定されている。これは、蓄積ゲートSG'に蓄積された信号電荷により検出コンデンサ112が飽和することを防止するためである。

【0008】以上の構成において、受光素子111に入射した赤外線の強度に対応した電荷量の信号電荷は、入力ゲートIG'を介して所定の一定期間蓄積ゲートSG'に蓄積される。このとき、移送ゲートTG'はオフとなっている。そして、所定の一定期間が経過すると、入力ゲートIG'がオフとなり、移送ゲートTG'がオンとなって、蓄積された信号電荷が検出コンデンサ112に移送されて信号電荷に対応する検出電圧に変換され、当該検出電圧に基づく検出アンプ113の動作により検出信号として出力される。その後、図10に示す4

つの(4画素分の)光電変換部P'の検出信号が、走査回路115により選択スイッチ114を切り換えることにより光電変換部P'ずつ出力信号S<sub>0</sub>'として読み出される。また、検出信号の読み出し中は、新たに蓄積ゲートSG'に信号電荷が蓄積される。更に、読み出し終了後は、リセットゲートRG'をオンとすることにより検出コンデンサ112の電荷が排出される。なお、電荷を蓄積する期間の長さは、例えば、走査回路115における一走査時間よりも短い時間で充分である。

【0009】以上の従来技術の4画素MOS型固体撮像素子110によれば、蓄積ゲートSG'に一定期間信号電荷を蓄積した後に当該信号電荷を読み出すので、受光素子111からの信号電荷が平均化された後に検出電圧に変換されることとなり、S/N比のよい出力電圧S<sub>0</sub>'が得られる。

【0010】次に、第2の従来技術の光電変換部P'について図11を用いて説明する。なお、図11は、説明の簡略化のために、一つの光電変換部P'に対応する部分のみ示しており、図10に示す第1の従来技術の光電変換部P'と同様の部材については、同様の部材番号を付し、細部の説明は省略する。

【0011】図11に示す第2の従来技術の光電変換部P'と、図10に示す第1の従来技術の光電変換部P'との相違点は、第2の従来技術においては、第1の従来技術における蓄積ゲートSG'が、パーティションゲートPG'により2分割され、第1蓄積ゲートSG<sub>1</sub>'及び第2蓄積ゲートSG<sub>2</sub>'とされており、更に、第1蓄積ゲートSG<sub>1</sub>'には、第1蓄積ゲートSG<sub>1</sub>'に蓄積された信号電荷を排出するためのオーバフローゲートOFFG及びオーバフロードレインV<sub>off</sub>が設けられている点である。また、第2蓄積ゲートSG<sub>2</sub>'の蓄積容量と、検出コンデンサ112の容量は、通常、等しくなるが、若しくは検出コンデンサ112の容量の方がやや大きくなるように設定されている。この理由は第1の従来技術と同様のものである。

【0012】図11に示す第2の従来技術においては、信号電荷蓄積期間にパーティションゲートPG'をオン、オーバフローゲートOFFGをオフとし、第1蓄積ゲートSG<sub>1</sub>'及び第2蓄積ゲートSG<sub>2</sub>'を一つの蓄積ゲートとして受光素子111からの信号電荷の蓄積を行う。そして、所定の一定期間が経過した後にパーティションゲートPG'をオフとして第2蓄積ゲートSG<sub>2</sub>'に蓄積された電荷を検出コンデンサ112において対応する電圧に変換し、これに基づいて検出アンプ113により対応する検出電圧に変換される。これと並行して、第1蓄積ゲートSG<sub>1</sub>'の電荷は、オーバフローゲートOFFGをオンとすることにより、オーバフロードレインV<sub>off</sub>を介して排出される。

【0013】ここで、第2の従来技術において、入射する赤外線強度が弱く、受光素子111において発生す

る信号電荷が少ないときは、信号電荷の蓄積が終了してもパーティションゲートPG'をオンのままとし、第1の従来技術と同様の動作が行われる。また、入射赤外線の強度が強く、さらに受光素子111の感度が高いために発生する信号電荷が多いときは、本第2の従来技術のような蓄積電荷の分割が行われる。

【0014】図11に示す第2の従来技術の光電変換部P'によれば、蓄積ゲートに蓄積される信号電荷量が第1の従来技術に比して多いので、信号電荷を平均化する量が第1の従来技術より多くなり、第1の従来技術よりS/N比の向上した出力信号S<sub>0</sub>'が得られる。

【0015】なお、上述の第1及び第2の従来技術においては、光電変換部P'の検出感度は検出コンデンサ112の値に基づき決定される。すなわち、検出コンデンサ112の容量が小さいと検出感度は高くなり、検出コンデンサ112の容量が大きいと検出感度は低くなる。

【0016】ここで、第1の従来技術における蓄積ゲートSG'の蓄積容量又は第2の従来技術における第2蓄積ゲートSG<sub>2</sub>'の蓄積容量をQとし、それぞれの従来技術における検出コンデンサ112の容量をC<sub>1</sub>とすると、出力信号S<sub>0</sub>'の最大電圧V<sub>max</sub>は、  

$$V_{max} = Q/C_1$$

となる。この出力信号S<sub>0</sub>'を、例えば、10ビットのA/D変換器でデジタル変換し、信号処理することと考えると、最小分解可能電圧V<sub>min</sub>は、  

$$V_{min} = V_{max} / 2^4 = V_{max} / 1024$$

となり、ダイナミックレンジは約1000倍となる。

【0017】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述の第1又は第2の従来技術において、最小分解可能電圧V<sub>min</sub>より更に小さい信号電荷を検出する(Q/1024以下の電荷量の信号電荷を検出する)ためには、検出コンデンサ112の容量C<sub>1</sub>を小さくし、検出感度を向上させる必要があるが、この場合でも、最大蓄積信号電荷量はQ以下に制限されることとなる。

【0018】すなわち、上記の従来技術においては、蓄積容量Q及び容量C<sub>1</sub>が変更できないので、より小さい信号電荷を検出する、つまり、入射光強度に対するダイナミックレンジを広げることが不可能であるという問題点があった。

【0019】この問題点を解決するために、容量C<sub>1</sub>及び蓄積容量Qを小さくすると、今度は、強度の強い赤外線が入射した際に、蓄積容量Qを超える信号電荷が発生し、光電変換部P'が飽和してしまうという新たな問題点が発生していた。

【0020】更に、容量C<sub>1</sub>を変更するためには、設計そのものを変更する必要があるが、撮像走査中に変更することはできないという問題点もあった。そこで、本発明は、上記の問題点に鑑みて成されたもので、その目的は、入射する赤外線の強度が低いときは、その微小な変

化を感度よく検出できるとともに、入射する赤外線強度が高いときでも飽和することなく、入射する赤外線の強度に対応した出力信号が得られる。すなわち、入射する赤外線の強度に対するダイナミックレンジが広い固体撮像素子及び固体撮像ユニット並びに撮像カメラを提供することにある。

#### 【0021】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、請求項1に記載の発明は、一つの半導体受光素子等の受光手段に対して直列に接続された複数のSG (Storage Gate) トランジスタ等の電荷蓄積手段及び各々の前記電荷蓄積手段を電気的に分離するPG (Partition Gate) トランジスタ等の分離手段を備えたMOS型撮像デバイス等の固体撮像素子において、複数の前記電荷蓄積手段にそれぞれ個別に接続され、互いに検出感度が異なるとともに、前記電荷蓄積手段に蓄積された電荷量を電圧に変換し、出力信号として出力する複数の検出アンプ等の検出手段と、外部からの選択信号に基づき複数の前記出力信号を選択し、選択出力信号として出力する出力選択スイッチトランジスタ等の選択手段と、を備えて構成される。

【0022】請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の固体撮像素子において、複数の前記検出手段は、それぞれの検出感度に対応した容量を有し、前記電荷蓄積手段に蓄積された電荷を、その電荷量に対応する電圧に変換する検出コンデンサをそれぞれに備えて構成される。

【0023】請求項3に記載の発明は、一つの半導体受光素子等の受光手段に対して直列に接続された複数のSGトランジスタ等の電荷蓄積手段及び各々の前記電荷蓄積手段を電気的に分離するPGトランジスタ等の分離手段を備えるとともに、複数の前記電荷蓄積手段にそれぞれ個別に接続され、互いに検出感度が異なり、且つ、前記電荷蓄積手段に蓄積された電荷量を電圧に変換し、出力信号として出力する複数の検出アンプ等の検出手段と、外部からの選択信号に基づき複数の前記出力信号を選択し、選択出力信号として出力する出力選択スイッチトランジスタ等の選択手段と、を備えたMOS型撮像デバイス等の固体撮像素子と、前記固体撮像素子を駆動するためのクロック発生回路等の駆動手段と、前記選択出力信号に基づく画像信号を信号処理する画像処理装置等の信号処理手段と、を備えて構成される。

【0024】請求項4に記載の発明は、請求項3に記載の固体撮像ユニットにおいて、複数の前記検出手段は、それぞれの検出感度に対応した容量を有し、前記電荷蓄積手段に蓄積された電荷を、その電荷量に対応する電圧に変換する検出コンデンサをそれぞれに備えて構成される。

【0025】請求項5に記載の発明は、一つの半導体受光素子等の受光手段に対して直列に接続された複数のSGトランジスタ等の電荷蓄積手段及び各々の前記電荷蓄

積手段を電気的に分離するPGトランジスタ等の分離手段を備えるとともに、複数の前記電荷蓄積手段にそれぞれ個別に接続され、互いに検出感度が異なり、且つ、前記電荷蓄積手段に蓄積された電荷量を電圧に変換し、出力信号として出力する複数の検出アンプ等の検出手段と、外部からの選択信号に基づき複数の前記出力信号を選択し、選択出力信号として出力する出力選択スイッチトランジスタ等の選択手段と、を備えたMOS型撮像デバイス等の固体撮像素子と、前記固体撮像素子を駆動するためのクロック発生回路等の駆動手段と、前記選択出力信号に基づく画像信号を信号処理する画像処理装置等の信号処理手段と、を備えた固体撮像ユニットと、前記受光手段の受光面に対して撮像対象の像を結像する結像レンズ等の結像手段と、を備えて構成される。

【0026】請求項6に記載の発明は、請求項5に記載の撮像カメラにおいて、複数の前記検出手段は、それぞれの検出感度に対応した容量を有し、前記電荷蓄積手段に蓄積された電荷を、その電荷量に対応する電圧に変換する検出コンデンサをそれぞれに備えて構成される。

【0027】請求項7に記載の発明は、一つの半導体受光素子等の受光手段に対して直列に接続された複数のSGトランジスタ等の電荷蓄積手段及び各々の前記電荷蓄積手段を電気的に分離するPGトランジスタ等の分離手段を備えたMOS型撮像デバイス等の固体撮像素子において、複数の前記電荷蓄積手段にそれぞれ個別に接続され、互いに検出感度が異なるとともに、前記電荷蓄積手段に蓄積された電荷量を電圧に変換し、出力信号として出力する複数の検出アンプ等の検出手段と、複数の前記出力信号を加算し、加算出力信号として出力する加算回路等の加算手段と、を備えて構成される。

【0028】請求項8に記載の発明は、請求項7に記載の固体撮像素子において、複数の前記検出手段は、それぞれの検出感度に対応した容量を有し、前記電荷蓄積手段に蓄積された電荷を、その電荷量に対応する電圧に変換する検出コンデンサをそれぞれに備えて構成される。

【0029】請求項9に記載の発明は、一つの半導体受光素子等の受光手段に対して直列に接続された複数のSGトランジスタ等の電荷蓄積手段及び各々の前記電荷蓄積手段を電気的に分離するPGトランジスタ等の分離手段を備えるとともに、複数の前記電荷蓄積手段にそれぞれ個別に接続され、互いに検出感度が異なり、且つ、前記電荷蓄積手段に蓄積された電荷量を電圧に変換し、出力信号として出力する複数の検出アンプ等の検出手段と、前記複数の検出手段の出力信号を加算し、加算出力信号として出力する加算回路等の加算手段と、を備えたMOS型撮像デバイス等の固体撮像素子と、前記固体撮像素子を駆動するためのクロック発生回路等の駆動手段と、前記加算出力信号に基づく画像信号を信号処理する画像処理装置等の信号処理手段と、を備えて構成される。

【0030】請求項10に記載の発明は、請求項9に記載の固体撮像ユニットにおいて、複数の前記検出手段は、それぞれの検出感度に対応した容量を有し、前記電荷蓄積手段に蓄積された電荷を、その電荷量に対応する電圧に変換する検出コンデンサをそれぞれに備えて構成される。

【0031】請求項11に記載の発明は、一つの半導体受光素子等の受光手段に対して直列に接続された複数のSGトランジスタ等の電荷蓄積手段及び各々の前記電荷蓄積手段を電気的に分離するPGトランジスタ等の分離手段を備えるとともに、複数の前記電荷蓄積手段にそれぞれ個別に接続され、互いに検出感度が異なり、且つ、前記電荷蓄積手段に蓄積された電荷量を電圧に変換し、出力信号として出力する複数の検出アンプ等の検出手段と、複数の前記出力信号を加算し、加算出力信号として出力する加算回路等の加算手段と、を備えたMOS型撮像デバイス等の固体撮像素子と、前記固体撮像素子を駆動するためのクロック発生回路等の駆動手段と、前記加算出力信号に基づく画像信号を信号処理する画像処理装置等の信号処理手段と、を備えた固体撮像ユニットと、前記受光手段の受光面に対して撮像対象の像を結像する結像レンズ等の結像手段と、を備えて構成される。

【0032】請求項12に記載の発明は、請求項11に記載の撮像カメラにおいて、複数の前記検出手段は、それぞれの検出感度に対応した容量を有し、前記電荷蓄積手段に蓄積された電荷を、その電荷量に対応する電圧に変換する検出コンデンサをそれぞれに備えて構成される。

【0033】

【作用】請求項1に記載の発明によれば、電荷蓄積期間においては、各々の電荷蓄積手段が電気的に接続され、受光素子が出力する信号電荷が各電荷蓄積手段に蓄積される。

【0034】次に、電荷検出時には、分離手段により各々の電荷蓄積手段が電気的に分離され、複数の検出手段が各々の電荷蓄積手段に蓄積された信号電荷量を個別に検出電圧に変換し、出力信号として選択手段に出力する。

【0035】そして、選択手段は、外部からの選択信号に基づき複数の出力信号を選択し、選択出力信号として出力する。よって、各検出手段の感度が異なるので、入射光強度が高い場合は、検出感度の低い検出手段の出力信号を選択することにより、広い入射光強度範囲に渡って入射光強度に対応した選択出力信号が得られるとともに、入射光強度が低い場合は、検出感度の高い検出手段の出力信号を選択することにより、高感度で入射光強度に対応した選択出力信号が得られる。

【0036】請求項2に記載の発明によれば、請求項1に記載の発明の作用に加えて、複数の検出手段は、それぞれの検出感度に対応した容量を有する検出コンデンサ

をそれぞれに備え、電荷蓄積手段に蓄積された電荷を、その電荷量に対応する検出電圧に変換する。

【0037】よって、簡易な構成で固体撮像素子を実現できるとともに、固体撮像素子を集積化して小型化することができる。請求項3に記載の発明によれば、電荷蓄積期間においては、固体撮像素子に含まれる各々の電荷蓄積手段が電気的に接続され、受光素子が出力する信号電荷が各電荷蓄積手段に蓄積される。

【0038】次に、電荷検出時には、固体撮像素子に含まれる分離手段により各々の電荷蓄積手段が電気的に分離され、固体撮像素子に含まれる複数の検出手段が、各々の電荷蓄積手段に蓄積された信号電荷量を個別に検出電圧に変換し、出力信号として選択手段に出力する。

【0039】固体撮像素子に含まれる複数の検出手段は、外部からの選択信号に基づき複数の出力信号を選択し、選択出力信号として出力する。一方、駆動手段は、この固体撮像素子を駆動する。

【0040】更に、信号処理手段は、選択出力信号に基づく画像信号を信号処理する。よって、各検出手段の感度が異なるので、入射光強度が高い場合は、検出感度の低い検出手段の出力信号を選択することにより、広い入射光強度範囲に渡って入射光強度に対応した選択出力信号に基づく画像信号が得られるとともに、入射光強度が低い場合は、検出感度の高い検出手段の出力信号を選択することにより、入射光強度に高感度に対応した選択出力信号に基づく画像信号が得られる。

【0041】請求項4に記載の発明によれば、請求項3に記載の発明の作用に加えて、複数の前記検出手段は、それぞれの検出感度に対応した容量を有する検出コンデンサをそれぞれに備え、電荷蓄積手段に蓄積された電荷を、その電荷量に対応する検出電圧に変換する。

【0042】よって、簡易な構成で固体撮像素子を含む固体撮像ユニットを実現できるとともに、固体撮像素子を集積化して小型化することにより、固体撮像ユニット全体を小型化できる。

【0043】請求項5に記載の発明によれば、電荷蓄積期間においては、撮像カメラを構成する固体撮像ユニットに含まれる固体撮像素子における各々の電荷蓄積手段が電気的に接続され、受光素子が出力する信号電荷が各電荷蓄積手段に蓄積される。

【0044】次に、電荷検出時には、固体撮像素子に含まれる分離手段により各々の電荷蓄積手段が電気的に分離され、固体撮像素子に含まれる複数の検出手段が、各々の電荷蓄積手段に蓄積された信号電荷量を個別に検出電圧に変換し、出力信号として選択手段に出力する。

【0045】また、固体撮像素子に含まれる選択手段は、外部からの選択信号に基づき複数の出力信号を選択し、選択出力信号として出力する。一方、固体撮像ユニットを構成する駆動手段は、この固体撮像素子を駆動する。

【0046】更に、固体撮像ユニットを構成する信号処理手段は、選択出力信号に基づく画像信号を信号処理する。また、結像手段は、受光手段の受光面に対して撮像対象の像を結像する。

【0047】よって、各検出手段の感度が異なるので、撮像対象からの入射光強度が高い場合は、検出感度の低い検出手段の出力信号を選択することにより、広い入射光強度範囲に渡って入射光強度に対応した選択出力信号に基づく画像信号が得られるとともに、入射光強度が低い場合は、検出感度の高い検出手段の出力信号を選択することにより、入射光強度に高感度に対応した出力信号に基づく画像信号が得られる。

【0048】請求項6に記載の発明によれば、請求項5に記載の発明の作用に加えて、複数の検出手段は、それぞれの検出感度に対応した容量を有する検出コンデンサをそれぞれに備え、電荷蓄積手段に蓄積された電荷を、その電荷量に対応する検出電圧に変換する。

【0049】よって、簡易な構成で固体撮像要素を含む固体撮像ユニット及び撮像カメラを実現できるとともに、固体撮像要素を集積化して小型化することにより、固体撮像ユニット及び撮像カメラ全体を小型化できる。

【0050】請求項7に記載の発明によれば、電荷蓄積期間においては、各々の電荷蓄積手段が電気的に接続され、受光素子が出力する信号電荷が各電荷蓄積手段に蓄積される。

【0051】次に、電荷検出時には、分離手段により各々の電荷蓄積手段が電気的に分離され、複数の検出手段が、各々の電荷蓄積手段に蓄積された信号電荷量を検出電圧に変換し、出力信号として加算手段に出力する。

【0052】そして、加算手段は、複数の出力信号を加算し、加算出力信号として出力する。よって、検出感度の低い検出手段の出力信号と検出感度の高い検出手段の出力信号とが加算されて加算出力信号が得られるので、入射光強度が低い場合は、高感度で入射光強度に対応した加算出力信号が得られるとともに、入射光強度の高低に拘らず広い範囲の入射光強度に対して、当該入射光強度に対応した加算出力信号が得られる。

【0053】請求項8に記載の発明によれば、請求項7に記載の発明の作用に加えて、複数の検出手段は、それぞれの検出感度に対応した容量を有する検出コンデンサをそれぞれに備え、電荷蓄積手段に蓄積された電荷を、その電荷量に対応する検出電圧に変換する。

【0054】よって、簡易な構成で固体撮像要素を実現できるとともに、固体撮像要素を集積化して小型化することができる。請求項9に記載の発明によれば、電荷蓄積期間においては、固体撮像要素に含まれる各々の電荷蓄積手段が電気的に接続され、受光素子が出力する信号電荷が各電荷蓄積手段に蓄積される。

【0055】次に、電荷検出時には、固体撮像要素に含まれる分離手段により各々の電荷蓄積手段が電気的に分

離され、固体撮像要素に含まれる複数の検出手段が、各々の電荷蓄積手段に蓄積された信号電荷量を個別に検出電圧に変換し、出力信号として加算手段に出力する。

【0056】固体撮像ユニットに含まれる加算手段は、複数の出力信号を加算して加算出力信号として出力する。一方、駆動手段は、この固体撮像要素を駆動する。

【0057】更に、信号処理手段は、加算出力信号に基づく画像信号を信号処理する。よって、検出感度の低い検出手段の出力信号と検出感度の高い検出手段の出力信号とが加算されて加算出力信号が得られるので、入射光強度が低い場合は、高感度で入射光強度に対応した加算出力信号に基づく画像信号が得られるとともに、入射光強度の高低に拘らず広い範囲の入射光強度に対して、当該入射光強度に対応した加算出力信号に基づく画像信号が得られる。

【0058】請求項10に記載の発明によれば、請求項9に記載の発明の作用に加えて、複数の前記検出手段は、それぞれの検出感度に対応した容量を有する検出コンデンサをそれぞれに備え、電荷蓄積手段に蓄積された電荷を、その電荷量に対応する検出電圧に変換する。

【0059】よって、簡易な構成で固体撮像要素を含む固体撮像ユニットを実現できるとともに、固体撮像要素を集積化して小型化できるとともに、固体撮像ユニット全体を小型化できる。

【0060】請求項11に記載の発明によれば、電荷蓄積期間においては、撮像カメラを構成する固体撮像ユニットに含まれる固体撮像要素における各々の電荷蓄積手段が電気的に接続され、受光素子が出力する信号電荷が各電荷蓄積手段に蓄積される。

【0061】次に、電荷検出時には、固体撮像要素に含まれる分離手段により各々の電荷蓄積手段が電気的に分離され、固体撮像要素に含まれる複数の検出手段が、各々の電荷蓄積手段に蓄積された信号電荷量を個別に検出電圧に変換し、出力信号として加算手段に出力する。

【0062】また、固体撮像要素に含まれる加算手段は、複数の出力信号を加算し、加算出力信号として出力する。一方、固体撮像ユニットを構成する駆動手段は、この固体撮像要素を駆動する。

【0063】更に、固体撮像ユニットを構成する信号処理手段は、加算出力信号に基づく画像信号を信号処理する。また、結像手段は、受光手段の受光面に対して撮像対象の像を結像する。

【0064】よって、検出感度の低い検出手段の出力信号と検出感度の高い検出手段の出力信号とが加算されて加算出力信号が得られるので、入射光強度が低い場合は、高感度で入射光強度に対応した加算出力信号に基づく画像信号が得られるとともに、入射光強度の高低に拘らず広い範囲の入射光強度に対して、当該入射光強度に対応した加算出力信号に基づく画像信号が得られる。

【0065】請求項12に記載の発明によれば、請求項



11に記載の発明の作用に加えて、複数の検出手段は、それぞれの検出感度に対応した容量を有する検出コンデンサをそれぞれに備え、電荷蓄積手段に蓄積された電荷を、その電荷量に対応する検出電圧に変換する。

【0066】よって、簡易な構成で固体撮像素子を含む固体撮像ユニット及び撮像カメラを実現できるとともに、固体撮像素子を集積化して小型化することにより、固体撮像ユニット及び撮像カメラ全体を小型化できる。

【0067】

【実施例】次に本発明の好適な実施例について、図面に基いて説明する。なお、以下の各実施例においては、固体撮像素子として赤外線を受光し検出する赤外線固体撮像素子を対象として説明する。

(1) 第1実施例

始めに、請求項1乃至6に記載の発明に対応する第1の実施例について、図1乃至図5を用いて説明する。

【0068】始めに、第1実施例における光電変換部Pの構成について図1を用いて説明する。なお、図1においては、説明の簡略化のために、MOS型固体撮像素子における一つの光電変換部P(一つの画素に対応する)に対応する部分のみを示しており、また、一方向のみの走査回路を設けた場合について示している。実際の固体撮像素子においては、図1に示す光電変換部Pが複数個格子状に接続され、それぞれに水平走査回路及び垂直走査回路が接続されることとなる(図9を参照)。

【0069】図1に示す光電変換部Pにおいて、受光手段としての受光素子Lは、 $\text{HgCdTe}$ 等の化合物半導体よりなり、入射した赤外線を受光し、当該赤外線の強度に対応した電荷量の信号電荷を出力する。入力ゲートIGは、後述の蓄積ゲートSG<sub>1</sub>及びSG<sub>2</sub>に信号電荷を所定時間蓄積する間オフトされるとともに、蓄積した電荷を出力するときオフトとされる。電荷蓄積手段としての第1蓄積ゲートSG<sub>1</sub>及び第2蓄積ゲートSG<sub>2</sub>は、パーティションゲートPGにより分割されるとともに、入力ゲートIGを介して受光素子Lから入力される信号電荷を所定時間蓄積する。第1移送ゲートTG<sub>1</sub>は、第1蓄積ゲートSG<sub>1</sub>とパーティションゲートPGの接続点に接続されるとともに、第1蓄積ゲートSG<sub>1</sub>に信号電荷を蓄積するときオフトとされ、蓄積された信号電荷を出力するときオンとされる。検出手段としての第1検出回路DT<sub>1</sub>を構成する第1検出コンデンサC<sub>1</sub>は、後述の第1検出アンプD<sub>1</sub>のゲート電極に接続されるとともに、第1蓄積ゲートSG<sub>1</sub>に蓄積された信号電荷をその電荷量及び第1検出コンデンサC<sub>1</sub>の容量C<sub>a1</sub>に対応した第1検出電圧S<sub>a1</sub>に変換する。第1検出回路DT<sub>1</sub>を構成する第1検出アンプD<sub>1</sub>は、第1検出電圧に基づいて、電源V<sub>DD</sub>により駆動され、第1検出電圧に対応する第1検出信号S<sub>a1</sub>を出力する。第1リセットゲートRG<sub>1</sub>は、第1検出コンデンサC<sub>1</sub>に蓄積された信号電荷を排出する。第1選択スイッチS<sub>a1</sub>は、後述の

走査回路CNの制御の下、第1検出信号S<sub>a1</sub>を第1出力信号S<sub>m</sub>として読み出し、後述の選択回路CHに出力する。

【0070】一方、第2移送ゲートTG<sub>2</sub>は、第2蓄積ゲートSG<sub>2</sub>に接続されるとともに、第2蓄積ゲートSG<sub>2</sub>に信号電荷を蓄積するときオフトとされ、蓄積された信号電荷を出力するときオンとされる。検出手段としての第2検出回路DT<sub>2</sub>を構成する第2検出コンデンサC<sub>2</sub>は、後述の第2検出アンプD<sub>2</sub>のゲート電極に接続されるとともに、第2蓄積ゲートSG<sub>2</sub>に蓄積された信号電荷をその電荷量及び第2検出コンデンサC<sub>2</sub>の容量C<sub>a2</sub>に対応した第2検出電圧に変換する。第2検出回路DT<sub>2</sub>を構成する第2検出アンプD<sub>2</sub>は、第2検出電圧に基づいて、電源V<sub>DD</sub>により駆動され、第2検出電圧に対応する第2検出信号S<sub>a2</sub>を出力する。第2リセットゲートRG<sub>2</sub>は、第2検出コンデンサC<sub>2</sub>に蓄積された信号電荷を排出する。第2選択スイッチS<sub>a2</sub>は、後述の走査回路CNの制御の下、第2検出信号S<sub>a2</sub>を第2出力信号S<sub>m</sub>として読み出し、後述の選択回路CHに出力する。走査回路CNは、第1選択スイッチS<sub>a1</sub>及び第2選択スイッチS<sub>a2</sub>を一組として図示しない他の受光素子L(画素)に対応する選択スイッチとともに切り換えることにより光電変換部Pずつ第1出力信号S<sub>m</sub>及び第2出力信号S<sub>m</sub>を読み出す。

【0071】ここで、第1移送ゲートTG<sub>1</sub>及び第2移送ゲートTG<sub>2</sub>は、共通の制御信号により制御され、同じタイミングで同様の動作を行う。第1リセットゲートRG<sub>1</sub>及び第2リセットゲートRG<sub>2</sub>についても同様である。更に、第1選択スイッチS<sub>a1</sub>及び第2選択スイッチS<sub>a2</sub>は、走査回路CNからの制御信号により制御され、同じタイミングで同様の動作を行う。

【0072】また、第1蓄積ゲートSG<sub>1</sub>の蓄積容量Q<sub>1</sub>は、第2蓄積ゲートSG<sub>2</sub>の蓄積容量Q<sub>2</sub>よりも大きく設定されている。更に、第1検出コンデンサC<sub>1</sub>の容量C<sub>a1</sub>は、第2検出コンデンサC<sub>2</sub>の容量C<sub>a2</sub>よりも大きく設定されている。従って、各検出回路における検出感度は、対応する検出コンデンサが小さいほど高感度となるので、第1検出回路DT<sub>1</sub>の検出感度は、第2検出回路DT<sub>2</sub>の検出感度より小さくなる。

【0073】ここで、各検出回路の検出感度とは、各出力信号についての入射光強度と出力信号電圧(出力信号S<sub>m</sub>及びS<sub>m</sub>の電圧値)との関係を示したグラフにおける傾きに対応し、検出感度が高いほど傾きが大きいこととなる。

【0074】なお、第1検出コンデンサC<sub>1</sub>の容量C<sub>a1</sub>及び第2検出コンデンサC<sub>2</sub>の容量C<sub>a2</sub>は、第1蓄積ゲートSG<sub>1</sub>の蓄積容量Q<sub>1</sub>及び第2蓄積ゲートSG<sub>2</sub>の蓄積容量Q<sub>2</sub>に対応している必要はなく、予め設定された所望の各検出回路の検出感度に基づいて決定される。

【0075】次に、図1に示す光電変換部Pの動作を説

明する。図 1 に示す光電変換部 P において、受光素子 L により出力された、入射した赤外線強度に対応した電荷量の信号電荷は、入力ゲート I G を介して所定の一定期間第 1 蓄積ゲート S G<sub>1</sub> 及び第 2 蓄積ゲート S G<sub>2</sub> に蓄積される。このとき、第 1 蓄積ゲート S G<sub>1</sub> 及び第 2 蓄積ゲート S G<sub>2</sub> が一つの蓄積ゲートとして信号電荷が蓄積されるので、パーティションゲート P G はオンとなっており、また、第 1 移送ゲート T G<sub>1</sub> 及び第 2 移送ゲート T G<sub>2</sub> はオフとなっている。そして、所定の一定期間が経過すると、入力ゲート I G 及びパーティションゲート P G がオフとなり、第 1 移送ゲート T G<sub>1</sub> 及び第 2 移送ゲート T G<sub>2</sub> がオンとなって、第 1 蓄積ゲート S G<sub>1</sub> 及び第 2 蓄積ゲート S G<sub>2</sub> に蓄積された信号電荷が個別に第 1 検出コンデンサ C<sub>1</sub> 及び第 2 検出コンデンサ C<sub>2</sub> に移送され、それぞれの蓄積ゲートに蓄積された信号電荷及び各検出コンデンサの容量に対応する第 1 検出電圧及び第 2 検出電圧に変換される。そして、第 1 検出電圧及び第 2 検出電圧に基づき、第 1 検出アンプ D<sub>1</sub> 及び第 2 検出アンプ D<sub>2</sub> の動作によりそれぞれ第 1 検出信号 S<sub>1</sub> 及び第 2 検出信号 S<sub>2</sub> が第 1 選択スイッチ S<sub>1</sub> 及び第 2 選択スイッチ S<sub>2</sub> に個別に出力される。その後、走査回路 C N により第 1 選択スイッチ S<sub>1</sub> 及び第 2 選択スイッチ S<sub>2</sub> を同じタイミングで切り換えることにより、光電変換部 P ずつ第 1 検出信号 S<sub>1</sub> 及び第 2 検出信号 S<sub>2</sub> が読み出され、それぞれ第 1 出力信号 S<sub>1</sub> 及び第 2 出力信号 S<sub>2</sub> として後述の選択回路 C H に出力される。

【0076】また、各検出信号の読み出し中は、新たに第 1 蓄積ゲート S G<sub>1</sub> 及び第 2 蓄積ゲート S G<sub>2</sub> に信号電荷が蓄積される。更に、読み出し終了後は、リセットゲート R G<sub>1</sub> 及び第 2 リセットゲート R G<sub>2</sub> を同じタイミングでオンとすることにより第 1 検出コンデンサ C<sub>1</sub> 及び第 2 検出コンデンサ C<sub>2</sub> の電荷が排出される。なお、電荷を蓄積する期間の長さは、例えば、走査回路 C N における一走査時間より長い時間で充分である。

【0077】ここで、上述の第 1 出力信号 S<sub>1</sub> 及び第 2 出力信号 S<sub>2</sub> における入射光強度とそれぞれの出力信号の電圧 V との関係について図 3 (a) を用いて説明する。先ず、第 2 出力信号 S<sub>2</sub> については、第 2 検出回路 D T<sub>2</sub> の感度が高い (第 2 検出コンデンサ C<sub>2</sub> の容量 C<sub>2</sub> が小さい) ので、図 3 (a) に示すように、低い入射光強度に対して傾斜が大きい変化を示し、弱い入射光を感度よく検出できる。しかしながら、所定の出力飽和電圧 V<sub>1</sub> に達した後は、入射光強度が変化しても変化しなくなる。この出力飽和電圧 V<sub>1</sub> は、第 2 蓄積ゲート S G<sub>2</sub> の蓄積容量 Q<sub>2</sub>、第 2 検出コンデンサ C<sub>2</sub> の容量 C<sub>2</sub> 又は第 2 検出アンプ D<sub>2</sub> の特性 (電源電圧 V<sub>m</sub>) により決定される量であり、光電変換部 P においては一定である。

【0078】次に、第 1 出力信号 S<sub>1</sub> については、第 1 検出回路 D T<sub>1</sub> の感度が低い (第 1 検出コンデンサ C<sub>1</sub>、

の容量 C<sub>1</sub> が大きい) ので、図 3 (a) に示すように、高い入射光強度に対しても出力電圧が出力飽和電圧 V<sub>1</sub> に到達することなく、広い範囲の入射光強度に対して、入射光強度に対応した出力信号電圧 V が得られる。

【0079】次に、各光電変換部 P から出力された第 1 出力信号 S<sub>1</sub> 及び第 2 出力信号 S<sub>2</sub> を切り換える選択手段としての選択回路 C H について、図 2 を用いて説明する。ここで、第 1 出力信号 S<sub>1</sub> 及び第 2 出力信号 S<sub>2</sub> は、各光電変換部 P に接続された走査回路 C N における切替制御により一つの光電変換部 P ずつ時間差を設けて選択回路 C H に出力される。

【0080】図 2 に示す選択回路 C H は、選択信号 S<sub>c</sub> に基づき、第 2 出力信号 S<sub>2</sub> をオンオフ制御する第 2 出力選択スイッチ S<sub>2m</sub> と、選択信号 S<sub>c</sub> をインバータ I により反転して得られた反転選択信号 S<sub>cn</sub> に基づき、第 1 出力信号 S<sub>1</sub> をオンオフ制御する第 1 出力選択スイッチ S<sub>1m</sub> により構成されている。

【0081】図 2 に示す選択回路 C H により、第 1 出力信号 S<sub>1</sub> 又は第 2 出力信号 S<sub>2</sub> のどちらか一方が選択され、選択出力信号 S<sub>o</sub> として出力される。そして、水平走査方向の選択出力信号 S<sub>o</sub> と、垂直走査方向の選択出力信号 S<sub>o</sub> が図示しない合成回路により合成され、画像信号 S<sub>o</sub> (図 9 参照) として出力される。

【0082】ここで、選択信号 S<sub>c</sub> は、受光素子 L に入射する赤外線強度が弱い場合には、感度の高い第 2 検出回路 D T<sub>2</sub> の出力信号である第 2 出力信号 S<sub>2</sub> を選択して選択出力信号 S<sub>o</sub> とするようになされ、受光素子 L に入射する赤外線強度が強い場合には、感度の低い第 1 検出回路 D T<sub>1</sub> の出力信号である第 1 出力信号 S<sub>1</sub> を選択して選択出力信号 S<sub>o</sub> とするようになされる。よる具体的には、例えば、使用者が赤外線発生源の強度に応じて手動で選択信号 S<sub>c</sub> を切り換えるようにしてもよい。また、第 2 出力信号 S<sub>2</sub> をモニタしておき、出力飽和電圧 V<sub>1</sub> に達するまでは、自動的に第 2 出力信号 S<sub>2</sub> を選択出力信号 S<sub>o</sub> として選択し、第 2 出力信号 S<sub>2</sub> が出力飽和電圧 V<sub>1</sub> に達した場合には、自動的に第 1 出力信号 S<sub>1</sub> を選択出力信号 S<sub>o</sub> として選択するようになることもできる。

【0083】次に、選択出力信号 S<sub>o</sub> と第 1 出力信号 S<sub>1</sub> 及び第 2 出力信号 S<sub>2</sub> との関係について、図 3 (b) を用いて説明する。図 3 (b) に実線で示すように、選択出力信号 S<sub>o</sub> は、第 1 出力信号 S<sub>1</sub> 及び第 2 出力信号 S<sub>2</sub> を、第 2 出力信号 S<sub>2</sub> の出力飽和電圧 V<sub>1</sub> に対応する入射光強度 I<sub>1</sub> で切り換えた形状となり、選択出力信号 S<sub>o</sub> 全体としては、入射光強度が低い範囲では、感度よく入射光強度に対応した出力電圧が得られ、更に、入射光強度が高い場合にも、飽和することなく、広い範囲の入射光強度に対応して出力電圧が得られることとなる。

【0084】以上説明したように、第 1 実施例によ

17

ば、設計変更等をすることなく、簡易な構成で、入射光強度に対して広い範囲のダイナミックレンジを有する固体撮像素子が得られる。

【0085】更に、図4に示すように、第1実施例の固体撮像素子1Dに対して、各ゲート等を駆動するクロック信号CRを供給するための駆動手段としての従来技術の駆動回路DV及び第1実施例の固体撮像素子1Dから出力される画像信号S<sub>1</sub>'に対して必要な信号処理を行って画像信号S<sub>1</sub>'として出力するための信号処理手段としての従来技術の信号処理回路PCを付加すれば、簡易な構成で、入射光強度に対して広い範囲のダイナミックレンジを有する固体撮像素子1Yが得られる。なお、必要に応じて信号処理された画像信号S<sub>1</sub>'に基づく画像を表示する従来技術の液晶ディスプレイ等の表示回路DPを加えて固体撮像素子ユニットを構成することもできる。

【0086】更にまた、図5に示すように、上記の固体撮像素子1Yに対して、電源を供給するための電源供給手段としてのバッテリーBT及び受光素子Lの受光面に対して撮像対象物の像を結像する結像手段としての結像レンズLZを付加すれば、簡易な構成で、入射光強度に対して広い範囲のダイナミックレンジを有する撮像カメラCAが得られる。なお、バッテリーBTに関しては撮像カメラCAに含めるのではなく、アダプタ等を介して撮像カメラCAの外部からの電源を供給するようにしてもよい。

#### (II) 第2実施例

次に、請求項7乃至12に記載の発明に対応する第2の実施例について、図1、図6及び図7を用いて説明する。

【0087】上述の第1実施例においては、選択回路CHにより第1出力信号S<sub>1</sub>及び第2出力信号S<sub>2</sub>を切り換えて選択出力信号S<sub>0</sub>として取り出したが、第2実施例においては、加算回路ADにより第1出力信号S<sub>1</sub>及び第2出力信号S<sub>2</sub>を加算したものが加算出力信号S<sub>0</sub>として出力される。

【0088】第2実施例においては、第1出力信号S<sub>1</sub>及び第2出力信号S<sub>2</sub>を出力する光電変換部Pの構成は、第1実施例と同様であるので、その構成及び動作の説明は省略する。

【0089】次に、第2実施例における加算手段としての加算回路ADの構成及び動作について図6及び図7を用いて説明する。図6に示すように、第2実施例の加算回路ADは、第1出力信号S<sub>1</sub>及び第2出力信号S<sub>2</sub>に直列に接続された負荷抵抗Rと、一方の入力端子が接地されるとともに、第1出力信号S<sub>1</sub>及び第2出力信号S<sub>2</sub>を加算し、加算出力信号S<sub>0</sub>を出力する加算器Aにより構成される。

【0090】次に、第1出力信号S<sub>1</sub>及び第2出力信号S<sub>2</sub>と、加算出力信号S<sub>0</sub>との関係を図7を用いて説明

18

する。図7に示すように、加算出力信号S<sub>0</sub>は、第1出力信号S<sub>1</sub>及び第2出力信号S<sub>2</sub>を加算したものととなり、出力飽和電圧V<sub>1</sub>に無関係に得られる。更に、入射光強度が低い範囲(図7におけるI<sub>1</sub>以下の範囲)では、第2出力信号S<sub>2</sub>よりも高い感度で出力信号電圧が得られ、入射光強度が高い場合にも、飽和することなく、広い範囲の入射光強度に対応して出力電圧が得られることとなる。

【0091】以上説明したように、第2実施例によれば、第1実施例と同様に、設計変更等をすることなく、簡易な構成で、入射光強度に対して広い範囲のダイナミックレンジを有する固体撮像素子が得られ、更に、当該固体撮像素子を用いて、第1実施例と同様に、簡易な構成で、入射光強度に対して広い範囲のダイナミックレンジを有する固体撮像素子ユニットが得られる。

【0092】更にまた、上記の固体撮像素子ユニットを用いて、第1実施例と同様に、簡易な構成で、入射光強度に対して広い範囲のダイナミックレンジを有する撮像カメラを得ることができる。

#### (III) 変形例

以上説明した第1及び第2実施例においては、蓄積ゲートは、第1蓄積ゲートSG<sub>1</sub>及び第2蓄積ゲートSG<sub>2</sub>の二つに分割されていたが、本発明は、これに限られるものではなく、蓄積ゲートを3個以上複数設けてもよい。この場合には、移送ゲート、検出コンデンサ、リセットゲート、検出アンプ及び選択スイッチについても、蓄積ゲートの数だけ追加されることとなる。この場合、各蓄積ゲートに対応する検出回路の感度は、各々異なるように設定される。

【0093】今、3個の蓄積ゲートを設けた場合の各第1乃至第3出力信号と、それらを切替えた選択出力信号又はそれらを加算した加算出力信号の関係について、図8を用いて説明する。

【0094】先ず、図8(a)に示すように、第1出力信号S<sub>1</sub>乃至第3出力信号S<sub>3</sub>を選択回路CHにより切り換えた場合は、入射光強度が0からI<sub>1</sub>までは、第3出力信号S<sub>3</sub>が選択出力信号S<sub>0</sub>。(図2参照)とされ、入射光強度がI<sub>1</sub>からI<sub>2</sub>までは、第2出力信号S<sub>2</sub>が選択出力信号S<sub>0</sub>とされ、入射光強度がI<sub>2</sub>より大きいときは、第1出力信号S<sub>1</sub>が選択出力信号S<sub>0</sub>とされる。また、これらの切換を自動で行う場合には、第3出力信号S<sub>3</sub>及び第2出力信号S<sub>2</sub>をモニタしておき、第3出力信号S<sub>3</sub>が出力飽和電圧V<sub>1</sub>に達するまでは、自動的に第3出力信号S<sub>3</sub>を選択出力信号S<sub>0</sub>として選択し、第3出力信号S<sub>3</sub>が出力飽和電圧V<sub>1</sub>に達した場合以降は、自動的に第1出力信号S<sub>1</sub>を選択出力信号S<sub>0</sub>として選択するようにされる。

【0095】次に、図8(b)に示すように、第1乃至

第3出力信号 $S_n$ 乃至 $S_m$ を加算回路A Dにより加算した場合は、加算出力信号 $S_m$ はそれらを全て合成したものとなり、入射光強度が弱い場合には、上述の第2実施例よりも高い感度で入射光を検出することが可能となり、更に、入射光強度が高い場合にも、飽和することなく、広い範囲の入射光強度に対応して出力電圧が得られることとなる。

【0096】なお、以上の各実施例及び変形例においては、赤外線を受光する赤外線固体撮像素子を対象として説明したが、本発明はこれに限られるものではなく、赤外線以外の可視光線や紫外線等を受光する固体撮像素子に対しても適用が可能である。この場合には、上述の受光素子 $L$ を可視光線又は紫外線を受光して、その強度に対応する電荷量の信号電荷を出力する受光素子に変更すればよい。

【0097】

【発明の効果】以上説明したように、請求項1に記載の発明によれば、各検出手段の感度が異なるので、入射光強度が高い場合は、検出感度の低い検出手段の出力信号を選択することにより、広い入射光強度範囲に渡って入射光強度に対応した選択出力信号が得られるとともに、入射光強度が低い場合は、検出感度の高い検出手段の出力信号を選択することにより、高感度で入射光強度に対応した選択出力信号が得られる。

【0098】従って、広い範囲の入射光強度に対応できるとともに、微小な入射光の変化をも検出可能な、ダイナミックレンジの広い固体撮像素子を実現することができる。

【0099】請求項2に記載の発明によれば、請求項1に記載の発明の効果に加えて、簡易な構成で固体撮像素子を実現できるとともに、固体撮像素子を集積化して小型化することができる。

【0100】請求項3に記載の発明によれば、各検出手段の感度が異なるので、入射光強度が高い場合は、検出感度の低い検出手段の出力信号を選択することにより、広い入射光強度範囲に渡って入射光強度に対応した選択出力信号に基づく画像信号が得られるとともに、入射光強度が低い場合は、検出感度の高い検出手段の出力信号を選択することにより、入射光強度に高感度に対応した選択出力信号に基づく画像信号が得られる。

【0101】従って、広い範囲の入射光強度に対応できるとともに、微小な入射光の変化をも検出可能な、ダイナミックレンジの広い固体撮像素子を実現することができる。

【0102】請求項4に記載の発明によれば、請求項3に記載の発明の効果に加えて、簡易な構成で固体撮像素子を含む固体撮像素子ユニットを実現できるとともに、固体撮像素子を集積化して小型化することにより、固体撮像素子ユニット全体を小型化できる。

【0103】請求項5に記載の発明によれば、各検出手

段の感度が異なるので、撮像対象からの入射光強度が高い場合は、検出感度の低い検出手段の出力信号を選択することにより、広い入射光強度範囲に渡って入射光強度に対応した選択出力信号に基づく画像信号が得られるとともに、入射光強度が低い場合は、検出感度の高い検出手段の出力信号を選択することにより、入射光強度に高感度に対応した出力信号に基づく画像信号が得られる。

【0104】従って、広い範囲の入射光強度に対応できるとともに、微小な入射光の変化をも検出可能な、ダイナミックレンジの広い撮像カメラを実現することができる。請求項6に記載の発明によれば、請求項5に記載の発明の効果に加えて、簡易な構成で固体撮像素子を含む固体撮像素子ユニット及び撮像カメラを実現できるとともに、固体撮像素子を集積化して小型化することにより、固体撮像素子ユニット及び撮像カメラ全体を小型化できる。

【0105】請求項7に記載の発明によれば、検出感度の低い検出手段の出力信号と検出感度の高い検出手段の出力信号とが加算されて加算出力信号が得られるので、入射光強度が低い場合は、高感度で入射光強度に対応した加算出力信号が得られるとともに、入射光強度の高低に拘らず広い範囲の入射光強度に対して、当該入射光強度に対応した加算出力信号が得られる。

【0106】従って、広い範囲の入射光強度に対応できるとともに、微小な入射光の変化をも検出可能な、ダイナミックレンジの広い固体撮像素子を実現することができる。

【0107】請求項8に記載の発明によれば、請求項7に記載の発明の効果に加えて、簡易な構成で固体撮像素子を実現できるとともに、固体撮像素子を集積化して小型化することができる。

【0108】請求項9に記載の発明によれば、検出感度の低い検出手段の出力信号と検出感度の高い検出手段の出力信号とが加算されて加算出力信号が得られるので、入射光強度が低い場合は、高感度で入射光強度に対応した加算出力信号に基づく画像信号が得られるとともに、入射光強度の高低に拘らず広い範囲の入射光強度に対して、当該入射光強度に対応した加算出力信号に基づく画像信号が得られる。

【0109】従って、広い範囲の入射光強度に対応できるとともに、微小な入射光の変化をも検出可能な、ダイナミックレンジの広い固体撮像素子ユニットを実現することができる。

【0110】請求項10に記載の発明によれば、請求項9に記載の発明の効果に加えて、簡易な構成で固体撮像素子を含む固体撮像素子ユニットを実現できるとともに、固体撮像素子を集積化して小型化することにより、固体撮像素子ユニット全体を小型化できる。

【0111】請求項11に記載の発明によれば、検出感度の低い検出手段の出力信号と検出感度の高い検出手段の出力信号とが加算されて加算出力信号が得られるの

で、入射光強度が低い場合は、高感度で入射光強度に対応した加算出力信号に基づく画像信号が得られるとともに、入射光強度の高低に拘らず広い範囲の入射光強度に対して、当該入射光強度に対応した加算出力信号に基づく画像信号が得られる。

【0112】従って、広い範囲の入射光強度に対応できるとともに、微小な入射光の変化をも検出可能な、ダイナミックレンジの広い撮像カメラを実現することができる。請求項12に記載の発明によれば、請求項11に記載の発明の効果に加えて、簡易な構成で固体撮像素子を含む固体撮像ユニット及び撮像カメラを実現できるとともに、固体撮像素子を集積化して小型化することにより、固体撮像ユニット及び撮像カメラ全体を小型化できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1及び第2実施例の固体撮像素子における光電変換部の構成を示す図である。

【図2】第1実施例の選択回路の構成を示す図である。

【図3】第1実施例における入射光強度と出力信号電圧の関係を示す図であり、(a)は第1出力信号 $S_m$ 及び第2出力信号 $S_n$ における入射光強度と出力信号電圧の関係を示す図であり、(b)は第1出力信号 $S_m$ 及び第2出力信号 $S_n$ と選択出力信号 $S_o$ との関係を示す図である。

【図4】固体撮像ユニットの概要構成ブロック図である。

【図5】撮像カメラの概要構成ブロック図である。

【図6】第2実施例の加算回路の構成を示す図である。

【図7】第2実施例における入射光強度と出力信号電圧の関係を示す図である。

【図8】変形例における入射光強度と出力信号電圧の関係を示す図であり、(a)は各出力信号を切り換える場合の入射光強度と出力信号電圧の関係を示す図であり、(b)は各出力信号を加算する場合の入射光強度と出力信号電圧の関係を示す図である。

【図9】赤外線撮像ユニットの全体構成を示す図である。

【図10】第1の従来技術の固体撮像素子の構成を示す図である。

【図11】第1の従来技術の固体撮像素子における光電変換部の構成を示す図である。

【符号の説明】

100、110…固体撮像素子

101…水平走査回路

102…垂直走査回路

112…検出コンデンサ

113…検出アンプ

114…選択スイッチ

A…加算器

A D…加算回路

B T…バッテリー

C<sub>1</sub>…第1検出コンデンサ

C<sub>2</sub>…第2検出コンデンサ

C A…撮像カメラ

C H…選択回路

C R…クロック信号

C N、115…走査回路

D<sub>1</sub>…第1検出アンプ

10 D<sub>2</sub>…第2検出アンプ

D T<sub>1</sub>…第1検出回路

D T<sub>2</sub>…第2検出回路

D V…駆動回路

D P…表示回路

I…インバータ

I G、I G'…入力ゲート

I D…固体撮像素子

I Y…固体撮像ユニット

L、111…受光素子

20 L Z…結像レンズ

P G、P G'…パーティションゲート

P C…信号処理回路

P、P'…光電変換部

R G<sub>1</sub>…第1リセットゲート

R G<sub>2</sub>…第2リセットゲート

R G'…リセットゲート

R…負荷抵抗

S G<sub>1</sub>、S G<sub>1</sub>'…第1蓄積ゲート

S G<sub>2</sub>、S G<sub>2</sub>'…第2蓄積ゲート

30 S G'…蓄積ゲート

S<sub>m</sub>…第1選択スイッチ

S<sub>n</sub>…第2選択スイッチ

S<sub>m</sub>、S<sub>n</sub>…第1出力信号

S<sub>m</sub>、S<sub>n</sub>…第2出力信号

S<sub>m</sub>…第3出力信号

S<sub>m</sub>'…出力信号

S<sub>m1</sub>…第1出力選択スイッチ

S<sub>m2</sub>…第2出力選択スイッチ

S<sub>t</sub>…選択信号

40 S<sub>o</sub>…反転選択信号

S<sub>o</sub>…選択出力信号

S<sub>m</sub>…加算出力信号

S<sub>v</sub>、S<sub>v</sub>'…画像信号

T G<sub>1</sub>…第1移送ゲート

T G<sub>2</sub>…第2移送ゲート

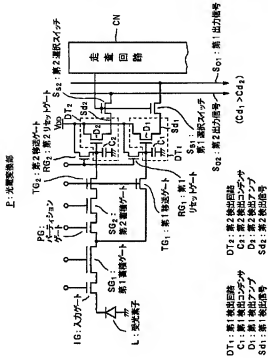
T G'…移送ゲート

V<sub>s</sub>…出力飽和電圧

V<sub>m</sub>…電源電圧

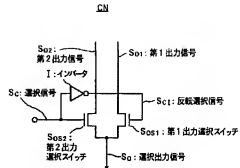
【図1】

第1及び第2実施例の固体撮像素子における光電変換部の構成



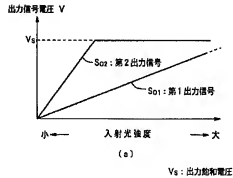
【図2】

第1実施例の選択回路の構成



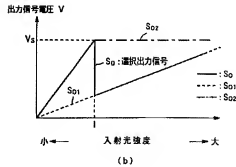
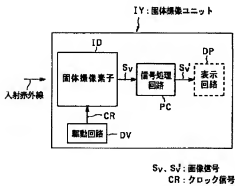
【図3】

第1実施例における入射光強度と出力信号電圧との関係



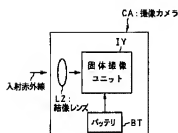
【図4】

固体撮像ユニット構成ブロック図



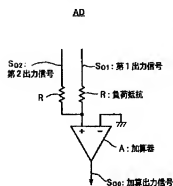
【図5】

撮像カメラの要構成ブロック図



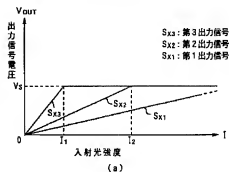
【図6】

第2実施例の加算回路の構成



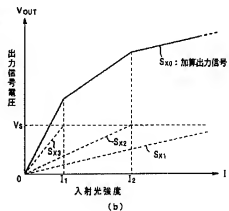
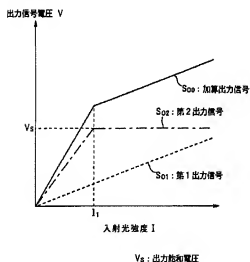
【図8】

変形例における入射光強度と出力信号電圧との関係



【図7】

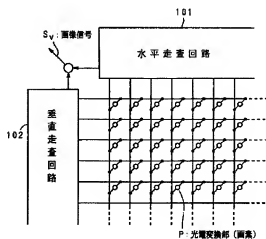
第2実施例における入射光強度と出力信号電圧との関係



【図9】

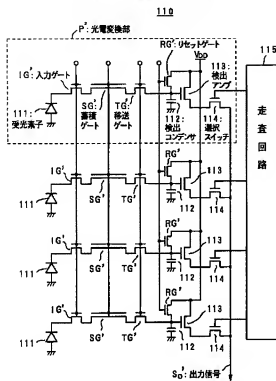
赤外線固体映像素子の全体構成

100



【圖 10】

第1の従来技術の固体撮像素子の構成



【図 1 1】

第2の従来技術の固体撮像素子における光電変換部の構成

